

P 3835
Septembre 1978
Trimestriel

fascicule 3

BULLETIN**D'ÉCOLOGIE****MASSON***Paris, New York, Barcelone, Milan*

Publié avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique



Tome 9

SOCIÉTÉ D'ÉCOLOGIE

(Reconnue d'utilité publique par décret du 31 mars 1976)

Secrétariat : 4, avenue du Petit Château, 91800 BRUNOY.

(Voir en p. III de couverture pour le règlement des cotisations à MASSON & C^{ie}).

Bureau pour l'année 1978 :

Président : J.A. RIOUX, Laboratoire de Parasitologie, rue Auguste Broussonet, 34000 Montpellier.

Vice-Président : P. PESSON, I.N.A., Laboratoire de Zoologie, Biologie animale et Ecologie, 16, rue Claude-Bernard, 75231 Paris, Cedex 05.

Deuxième Vice-Président : J.-Cl. LEFEUVRE, Laboratoire de Zoologie et d'Ecologie complexe Scientifique de Beaulieu, BP 25 A, 35000 Rennes (Ille-et-Vilaine).

Présidents Honoraires : G. LEMÉE et P. GRISON.

Secrétaire général : Claude DELAMARE DEBOUTTEVILLE, Laboratoire d'Ecologie générale, 4, avenue du Petit-Château, 91800 Brunoy (Essonne).

Secrétaire générale adjointe : Germaine RICOU, Laboratoire de Zoologie agricole, 16, rue Dufay, 76100 Rouen (Seine-Maritime).

Trésorier : Christian SOUCHON, Département d'Environnement, Université de Paris VII, 3, rue des Fossés St-Jacques, 75005 Paris.

Trésorier adjoint : Mme Marie-Charlotte SAINT GIRONS, Laboratoire d'Ecologie générale, 4, avenue du Petit-Château, 91800 Brunoy (Essonne).

Secrétaire du Bulletin : Roger DAJOZ, Laboratoire d'Ecologie générale, 4, avenue du Petit Château, 91800 Brunoy (Essonne).

Conseil pour l'année 1978 :

AMANIEU M., Laboratoire d'hydrobiologie, Université des Sciences et techniques du Languedoc, Place Eugène Bataillon, 34060 Montpellier Cedex.

AUBERT Maurice, Directeur du CERBOM, Parc de la Côte, avenue Jean-Lorrain, 06000 Nice (Alpes-Maritimes).

BIGOT Louis, Laboratoire de Biologie animale et Ecologie, Faculté Saint-Jérôme, rue Henri-Poincaré, 13397 Marseille Cedex 4 (Bouches-du-Rhône).

BLONDEL Jacques, Station Biologique de la Tour du Valat, C.N.R.S., Le Sambuc, 13200 Arles (Bouches-du-Rhône).

COINEAU Yves, Laboratoire Arago, Biologie marine 66650 Banyuls-sur-Mer (Pyrénées-Orientales).

DAJOZ R., Laboratoire d'Ecologie générale, 4, avenue du Petit Château, 91800 Brunoy (Essonne).

DELAMARE DEBOUTTEVILLE Claude, Laboratoire Ecologie générale, 4, avenue du Petit-Château, 91800 Brunoy (Essonne).

GEHU Jean-Marie, Laboratoire de Botanique Systématique et Ecologique, Faculté de Pharmacie, rue La-guesse, 59000 Lille (Nord).

GOUNOT Michel, Institut de Botanique, 28, rue Goethe, 67083 Strasbourg (Bas-Rhin).

LACOSTE Alain, Laboratoire d'écologie végétale, 1, place Leclerc, 25042 Besançon Cedex.

LAUBIER Lucien, Secrétaire adjoint du CNEXO, 39, av. de Iéna, 75016 Paris.

LEFEUVRE Jean-Claude, Laboratoire de Zoologie et d'Ecologie Complexe Scientifique de Beaulieu, BP 25 A, 35000 Rennes (Ille-et-Vilaine).

NÈGRE Robert, Laboratoire de Taxinomie et Ecologie végétales, Faculté Saint-Jérôme, rue Henri-Poincaré, 13397 Marseille Cedex 4 (Bouches-du-Rhône).

OZENDA Paul, Botanique et Biologie végétale et Station Alpine du Lautaret, Cedex 53, 38 Grenoble-Gare (Isère).

PESSON Paul, I.N.A., Laboratoire de Zoologie, Biologie animale et Ecologie, 16, rue Claude-Bernard, 75231 Paris Cedex 05 (Seine).

RAMADE F., Laboratoire de zoologie, Université de Paris Sud, 91405 Orsay (Essonne).

RICOU G., Laboratoire de zoologie agricole, 16, rue Dufay, 76100 Rouen.

RIOUX J.A., Laboratoire de parasitologie, rue Auguste Broussonet, 34000 Montpellier.

ROUX Albert, Département de Biologie animale et Zoologie, 43, bd du 11-Novembre 1918, 69621 Villeurbanne (Rhône).

Mme SAINT GIRONS Marie-Charlotte, Laboratoire d'Ecologie générale, 4, avenue du Petit-Château, 91800 Brunoy (Essonne).

SALVAT Bernard, Laboratoire de Biologie marine et de Malacologie, 55, rue de Buffon 75005 Paris (Seine).

SAUVAGE Charles, Laboratoire de systématique et Géobotanique méditerranéennes, Institut de Botanique, rue Auguste-Broussonet, 34000 Montpellier.

SOUCHON Christian, Département d'Environnement, Université de Paris-VII, 3, rue des Fossés St-Jacques, 75005 Paris.

TREHEN Paul, Station biologique de Paimpont, 35380 Plélan-le-Grand (Ille-et-Vilaine).

Comité de Rédaction

MM. M. AMANIEU, Montpellier. — A. BROSSET, Brunoy. — J.-J. CORRE, Lab. géobot. méditer., Montpellier. — R. DAJOZ, Brunoy. — C. DELAMARE DEBOUTTEVILLE, Brunoy. — H. DECAMPS, Lab. Zool. Fac. Sc., Toulouse. — M. GOUNOT, Strasbourg. — Ch. LECORDIER, E.N.S., Paris.

Dr Administ

P- 3835

Septembre 1978
Trimestriel

fascicule 3

BULLETIN D'ÉCOLOGIE

SOCIÉTÉ D'ÉCOLOGIE

Reconnue d'utilité publique par décret du 31 mars 1976

SECRÉTARIAT GÉNÉRAL

4, Avenue du Petit-Château
91800 BRUNOY, Essonne (France)

M
MASSON

Paris, New York, Barcelone, Milan

Publié avec le concours financier du Centre National de la Recherche Scientifique

Tome 9



Bibliothèque Centrale Muséum



3 3001 00041514 0

BULLETIN D'ÉCOLOGIE

— Tome 9 - 1978 - n° 3 - Septembre —

SOMMAIRE — CONTENTS

M.C. SAINT GIRONS et P. THOUY. — Fluctuations dans les populations de souris, <i>Mus spretus</i> Lataste 1933, en région méditerranéenne. [<i>Fluctuations in a population of the mouse, Mus spretus Lataste, 1883, in the mediterranean region</i>]	211
M. DA CAMARA-SMEETS. — Les dégâts causés par <i>Ploceus cucullatus</i> . [<i>Damage caused by Ploceus cucullatus</i>]	219
Y. SEMERIA. — Observations sur l'autoécologie et la synécologie des principales espèces de Chrysopinea (<i>Neuroptera</i> , <i>Planipennia</i>) du sud-est de la France, des genres <i>Italochrysa</i> Principi et <i>Chrysopa</i> Leach. [<i>Some observations on autoecology and synecology of main species of Chrysopinae (Neuroptera, Planipennia) living in south-east of France, with special reference to genus Italochrysa Principi and Chrysopa Leach</i>]	231
E. PATTEE. — Un indice thermique utile en écologie. I. La mesure de la température par la méthode de l'inversion du saccharose. [<i>A thermal index for ecological research. I. Measuring mean temperature by the saccharose-inversion methods</i>]	253
A. MEINESZ et J.R. LEFÈVRE. — Destruction de l'étage infralittoral des Alpes-Maritimes (France) et de Monaco par les restructurations du rivage. [<i>Destruction of the infralittoral zone by coastal development in the area of Alpes Maritimes (France) and Monaco (Occidental Mediterranean coast)</i>]	259
Résumés de thèses [<i>Summary of theses</i>]	277
Analyses d'ouvrages [<i>Book reviews</i>]	285

FLUCTUATIONS DANS LES POPULATIONS DE SOURIS, *MUS SPRETUS* LATASTE, 1883, EN RÉGION MÉDITERRANÉENNE

par M.C. SAINT GIRONS et P. THOUY

Laboratoire d'Evolution, 105, bd. Raspail, F-75006 Paris
et B.P. 23 Settat (Maroc)

RÉSUMÉ

Des pelotes de Chouettes effraies ont été récoltées au Maroc dans différents habitats et leur contenu analysé. Les Moineaux constituent la proie principale en milieu semi-urbain. Au contraire, les Rongeurs, particulièrement la Souris, et les petits Insectivores sont plus nombreux dans les écosystèmes plus complexes. L'analyse n'a pu mettre en évidence des variations saisonnières dans le nombre des Souris. Les Moineaux sont surtout capturés par les Chouettes lorsqu'ils se rassemblent dans les dortoirs en automne et en hiver.

Au voisinage immédiat de la ville de Settat, des pelotes ont été récoltées pendant trois années consécutives (1972 à 1975) dans un écosystème cultivé complexe (jardins irrigués, haies, champs cultivés, vergers et petites forêts). Dans cette région, la population de Souris s'effondra brutalement au cours de l'automne 1973 en l'absence de changements dans les conditions climatiques ou les façons culturales. Le nombre des Souris augmenta lentement à partir de l'automne 1974. Cette observation est probablement le premier exemple d'une fluctuation cyclique d'une population de Rongeurs dans un écosystème complexe en région méditerranéenne.

Les fortes variations dans la densité des petits Rongeurs s'observent en règle générale dans les écosystèmes simples, en régions froides ou tempérées. Il n'existe pas de pullulations cycliques en zone inter-tropicale et cette stabilité a été mise en relation avec la complexité des biotopes et donc la variété des proies disponibles pour les prédateurs. Peu de tra-

SUMMARY

Fluctuations in a population of the Mouse, Mus spretus Lataste, 1883, in the Mediterranean region

The contents of Barn Owl pellets collected in different habitats in Morocco were analyzed. Sparrows are the main prey in semi-urban habitats. In more complex ecosystems on the contrary, rodents, particularly Mice, and small insectivores are more numerous. Normally no seasonal variation can be found in the number of mice found in the pellets. Sparrows are mostly captured by the owls when they flock together during autumn and winter.

Around the town of Settat pellets were collected during three consecutive years (1972 to 1975) in a complex cultivated ecosystem (irrigated gardens, hedges, ploughed fields, orchards, small forests). In that area in autumn 1973, the Mouse population suddenly decreases without any change in climatic conditions or in agricultural methods. The number of mice slowly augmented from the autumn of 1974 on. This is probably the first example of a cyclic fluctuation of a rodent population in a complex ecosystem in the Mediterranean region.

vaux ont été consacrés à ce problème en région méditerranéenne où le Rongeur le plus abondant est la Souris représentée non seulement par des races domestiques mais aussi par des formes sauvages menant une vie comparable à celle du Mulot commun. De récents travaux poursuivis dans le laboratoire de Paléontologie de Montpellier ont montré

l'existence en région méditerranéenne de deux espèces sympatriques, *Mus musculus* et *Mus spretus*. Leurs caractéristiques morphologiques ne sont pas encore suffisamment codifiées pour permettre une différenciation certaine dans le matériel dont nous disposons pour ce travail. Toutefois, la petite taille des individus et la réduction de l'encoche de leurs incisives supérieures montrent que *Mus spretus* est l'espèce présente à Settat en dehors des habitations.

Une méthode simple d'évaluation comparative des densités locales d'un Micromammifère vivant en toutes saisons à la surface du sol consiste à déterminer la part qu'il occupe dans le régime de son principal prédateur. Dans ce cas, l'analyse des pelotes de Rapaces nocturnes donne une bonne image de l'importance relative des différentes espèces de Mammifères dans le biotope considéré. Parmi les Rapaces nocturnes, les Effraies, *Tyto alba*, sont le plus souvent utilisées à cet effet car elles sont généralement sédentaires et disposent d'un éventail de proies très ouvert dans lequel les Rongeurs jouent généralement le rôle principal.

Or, les analyses de pelotes de *Tyto alba* dans la région méditerranéenne ont fourni des résultats contradictoires. Toutes ont montré la présence de *Mus* mais les proportions varient considérablement non seulement d'une localité à l'autre ce qui est normal mais encore d'une année à l'autre. On trouve par exemple dans le sud du département du Gard jusqu'à 65 % de Souris dans les proies de l'Effraie; le pourcentage n'atteint plus que 20 % dans les collines situées à quelques kilomètres plus au nord alors que l'on dénombre plus de 30 % dans la plaine cultivée autour d'Aix-en-Provence. Les variations d'une année à l'autre sont également très nettes. BOVER (1963) a mis en évidence en Camargue des différences allant de 25 % du total des Vertébrés en 1961 à 8 % seulement pendant le printemps et l'été de 1962. Quelques années auparavant, BAUER et FESTETICS (1958) n'avaient trouvé au même endroit que 6 % de Souris. Nous avons noté au Maroc, exactement dans le même gîte mais à 20 années d'intervalle, 67 % de Souris en septembre 1952 et seulement 50 % en septembre 1971, le biotope n'ayant pratiquement pas changé dans l'in-

tervalle et le nombre des proies recensées étant sensiblement le même (SAINT GIRONS, 1973). Si les variations locales s'expliquent aisément par la différence des biotopes, il est plus difficile d'interpréter les variations temporelles. Celles-ci peuvent être saisonnières ou en liaison avec des fluctuations à plus long terme, accidentelles ou cycliques. C'est leur déterminisme que nous avons cherché à préciser mais une brève étude des variations locales était indispensable pour replacer les populations dans leur cadre écologique.

Nous avons étudié des populations de Souris marocaines. En effet, au nord de la Méditerranée, les Effraies consomment une quantité importante de Micro-Insectivores (Surtout *Crocidura russula*, puis *Crocidura suaveolens* et *Suncus etruscus*). Les Souris ne représentent de ce fait qu'une partie relativement faible du régime (31,6 % des Vertébrés dans une analyse récente effectuée à « Les Milles » dans les Bouches-du-Rhône). En revanche, les Micro-Insectivores sont nettement moins nombreux au Maroc et les Rongeurs autres que les Souris assez peu représentés. Cette espèce constitue la proie dominante, au nord du Haut-Atlas tout au moins.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous avons disposé de 26 lots de pelotes d'Effraies. La majorité d'entre eux a été collectée par P. THOUY (Settat, Mechra-ben-Abbou), quelques autres le furent par M. THÉVENOT (Oulmès), P. GUILLAUD (Casablanca) et M.-C. SAINT GIRONS (Bouznika) qui s'est chargée des analyses. La plupart de celles-ci sont inédites mais les résultats de certaines d'entre elles ont déjà été publiés (SAINT GIRONS et PETTER, 1953; SAINT GIRONS, 1973; SAINT GIRONS *et al.*, 1974).

Ces lots se répartissaient dans 5 localités, toutes situées au nord-ouest des chaînes de l'Atlas (Fig. 1). Nous disposions à Settat de 18 analyses de pelotes d'un même gîte et de 2 analyses d'un gîte très voisin. C'est dans cette localité que nous avons étudié les

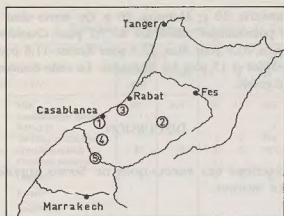


FIG. 1. — Localisation des collectes de pelotes d'Efraïra : 1, Casablanca; 2, Oulmès; 3, Bouznika; 4, Settât; 5, Mechra ben Abbou.

variations temporelles des populations de *Mus*. Les récoltes ont été effectuées presque régulièrement de l'automne 1972 à l'automne 1975.

Settât est une ville de moyenne importance de la Chaouïa, à 340 m d'altitude environ (363 pour le clocher, 308 pour le gîte d'Efraïra étudié). Le gîte se trouve à 2 km au nord de la ville, entre la voie ferrée et la route de Casablanca à Marrakech. Il est placé sur un palmier (*Washingtonia*) entre des jardins irrigués (persil, coryandre, tomates, pommes de terre), en lisière du périmètre de reboisement de la ville (*Eucalyptus gomphocephala* avec quelques *Pinus halepensis*), et abrite un couple d'Efraïra. Les cultures de céréales (blé, orge) sont à une cinquantaine de mètres et il existe aussi quelques friches et des vergers (amandiers, orangers, figuiers). Les parcelles sont limitées par des haies (tamaris, lycium, cyprès). Un petit oued permanent coule à une centaine de mètres. L'ensemble constitue donc un biotope relativement hétérogène pour le Maroc et nous avons pensé y déceler des variations uniquement saisonnières. Le milieu est resté pratiquement inchangé pendant toute la durée des observations, si l'on excepte la mise en culture en 1973 de la parcelle en bordure de laquelle se trouvait le gîte (1 100 m² environ). La superficie des jardins irrigués s'est en outre un peu étendue, en liaison avec le développement de l'agglomération. Deux lots prove-

nant du clocher de la ville ont été utilisés pour les comparaisons. Ce clocher, situé à la limite sud de l'agglomération, est directement en bordure de prés et de terrains vagues et les constructions ne l'enserment que de trois côtés.

Les pelotes d'Efraïra étaient très sèches et le plus souvent brisées ce qui rendait l'analyse assez difficile et nous n'avons pu déterminer quel était le nombre moyen de proies par pelotes. Elles contenaient outre les Vertébrés une proportion faible d'Insectes (Coléoptères et Orthoptères, en particulier des Courtilières). Leur ramassage régulier permettait de connaître leur date de dépôt, à quelques semaines près.

Il nous est agréable de remercier ici nos correspondants et collègues qui ont assuré la collecte du matériel et nous ont aidés dans la mesure de leurs moyens : Mesdames THOUY et LONG à Settât, Monsieur GUILLAUD à Casablanca, Monsieur THÉVENOT à Rabat ainsi que notre ami Monsieur J. LANES, également à Rabat.

RÉSULTATS

Les résultats des analyses sont résumés dans les tableaux I et II. Le premier rend compte des différences locales du régime des Efraïra, le second indique les variations du régime des Oiseaux à Settât. Quelques os longs trouvés dans le clocher de la ville ont été attribués à *Jaculus orientalis*, proie un peu grosse, peut-être apportée aux jeunes et dépecée sur place. La figure 2 montre le pourcentage des proies principales du régime des Efraïra à Settât (à l'exception du gîte du clocher). La figure 3 met en évidence les différences constatées entre les diverses localités..

Ces résultats ne tiennent compte que du nombre brut d'individus. Ils seraient un peu différents si l'on utilisait le poids moyen des divers types de proies. Considérons, par exemple, les analyses de Bouznika (Tab. I); on peut évaluer pour les différentes espèces qui composent le régime les poids moyens suivants : *Crocrodura russula*, 10 g; *Rattus* sp. 100 g; *Gerbillus*

TABLEAU I

Contenu des pelotes de *Tyto alba* récoltées dans 5 localités marocaines.

	1	2	3	4	5
Rongeurs					
<i>Mus</i>	13	127	299	2 749	37
<i>Apodemus sylvaticus</i>		64	1		
<i>Lemniscomys barbarus</i>			2	1	
<i>Rattus</i> sp.	14	1	14	6	1
<i>Eliomys quercinus</i>		1			
<i>Gerbillus campestris</i>		4	40	357	9
<i>Meriones shawi</i>		2			
<i>Jaculus orientalis</i>					1
Insectivores					
<i>Crocodyrus russula</i>	1	115	74	144	23
<i>Crocodyrus suaveolens</i>				9	
<i>Elephantulus cf rozeti</i>					2
Oiseaux	109	7	78	248	62
Lézards		6		1	1
Amphibiens				4	1
Total	137	327	508	3 519	137

1 = Casablanca; 2 = Oulmès; 3 = Bouznika; 4 = Settat (deux gîtes); 5 = Mechra ben Abbou.

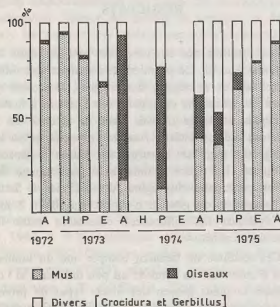


FIG. 2. — Variations du régime de l'Effraie (*Tyto alba*), à Settat. Chaque colonne représente une saison: A = automne, H = hiver, P = printemps, E = été.

campestris, 30 g; Moineau, 20 g. On arrive ainsi à des pourcentages pondéraux de 7,1 pour *Crocodyrus russula*, 51,9 pour *Mus*, 13,5 pour *Rattus*; 11,6 pour *Gerbillus* et 15 pour les Moineaux. Le reste demeure négligeable.

DISCUSSION

VARIATIONS DES POPULATIONS DE SOURIS SUIVANT LE BIOTOPE.

Ce sont les plus évidentes. On peut grouper les localités étudiées en quatre biotopes; milieu semi urbain (Casablanca, clocher de Settat), milieu natu-

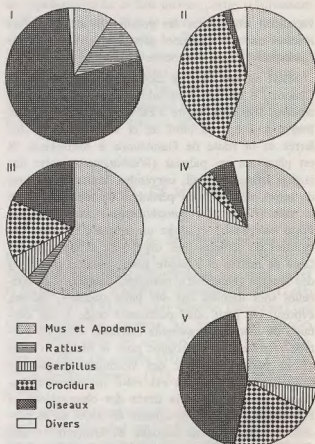


FIG. 3. — Pourcentage des proies dans le régime des Effraies de diverses localités marocaines: I = Casablanca, II = Oulmès, III = Bouznika, IV = Settat, V = Mechra ben Abbou.

TABLEAU II
Résultats des analyses de pelotes de *Tyto alba* récoltées à Settât en milieu cultivé complexe.

	1972		1973						1974		1975								
	VII-VIII IX-X	XI-XII	I	II	III	V	IX	X-XI	VI	XII	II	III	IV	V	VI	IX	X	XI	
<i>Mus</i>	180	109	99	71	967	230	80	22	11	14	22	44	49	28	62	94	278	109	
<i>Lemniscomys barbarus</i>	1				1												1	3	
<i>Rattus</i> sp.	1																		
<i>Gerbillus campestris</i>			2	2	106	61	24	8	7	9	21	19	19	5	11	23	26	13	
<i>Crocidura russula</i>	15	2	3	3	49	25	11	2	4	5	9	4	3		4			1	
<i>Crocidura suaveolens</i>	1	1	1													2	1	1	
Oiseaux	3		1	3	15	14	3	100	66	8	11	17	1		1	1	2	2	
Lézards								1											
Amphibiens								1	1					1	1				
Total	201	112	106	79	1 138	330	120	132	89	36	63	84	72	34	79	120	308	120	

rel hétérogène à couvert dense (Bouznika, Oulmès), milieu hétérogène cultivé (banlieue maraîchère de Settât), milieu hétérogène peu cultivé (Mechra-ben-Abbou). Les différences sont manifestes.

La proie essentielle des Effraies de Casablanca est constituée par les Oiseaux et surtout les Moineaux (87 % du nombre des Oiseaux). Ce régime est très voisin de celui indiqué par BROSSER (1956) au Maroc Oriental, en milieu semi-urbain également. Les résultats du clocher de Settât ne sont pas les mêmes. Les Oiseaux y sont peu abondants (4 %) et les Souris dominant nettement (94 %). Il est possible que les Rapaces du Clocher chassent au delà du périmètre urbain mais on peut aussi les voir plonger dans les Ficus des avenues et survoler les terrasses. Les Rongeurs inféodés aux cultures (Gerbilles) sont absents ainsi que les Micro-Insectivores.

Les écosystèmes naturels fermés (Oulmès et Bouznika) montrent un éventail de proies plus ouvert où les Rongeurs jouent le rôle principal et dont les Insectivores ne sont pas exclus. La présence fréquente du Mulot dans la région d'Oulmès affecte sans doute la représentation des Souris car les deux espèces mènent sensiblement le même genre de vie en région méditerranéenne. Le Mulot existe également à Bouznika mais, relativement peu fréquent, il est pratiquement absent du régime de l'Effraie.

Le biotope constitué par la banlieue maraîchère de Settât est hétérogène. Une grande partie en est

régulièrement labourée ce qui n'est pas favorable aux Mammifères vivant dans des terriers. La proie essentielle est de loin la Souris qui n'entre pas ici en concurrence avec le Mulot. Malgré la présence d'un dortoir de Moineaux à proximité, l'ensemble des données montre que la proportion des Oiseaux est assez faible dans le régime, ce qui différencie immédiatement ces analyses de celles effectuées en milieu semi urbain. La faible représentation des petits Insectivores est sans doute en rapport avec l'absence de couvert vraiment dense. Quant aux Gerbilles, elles ont été capturées selon toute vraisemblance dans les champs de céréales voisins. C'est aussi le cas des Gerbilles de Bouznika. A Oulmès, au contraire, les cultures étaient beaucoup plus éloignées.

Les pelotes du gîte de Mechra-ben-Abbou ont été récoltées dans une ferme située sur un plateau semi désertique avec d'épais buissons épars dominant la vallée de l'Oum-er-Rbia, elle-même peuplée d'orangeaies sur les pentes et de tamaris au bord de l'eau. Le reboisement en *Eucalyptus* commence au nord du fleuve, à quelques centaines de mètres du gîte. Les Oiseaux réapparaissent en nombre et constituent la proie la mieux représentée. Le milieu leur est manifestement plus favorable que la suberaie où était situé le gîte d'Oulmès. Ce sont surtout des Moineaux (58 % du total des Oiseaux) mais d'autres espèces sont également présentes car les buissons épineux du plateau constituent un abri très fréquent l'hiver

par divers Passereaux (Etourneaux). Les Souris sont abondantes et il n'existe pas de Mulet. Les petits Insectivores apparaissent également en nombre et les Gerbilles ne constituent qu'une partie relativement faible du régime.

Cette diversité dans le régime des Effraies reflète des différences dans les populations de petits Vertébrés. Les Effraies des milieux semi-urbains vivent aux dépens des dortoirs de Moineaux toujours très nombreux dans les Eucalyptus et surtout les Ficus des places et des avenues comme dans les zones péri-urbaines de reboisement. Il serait intéressant de rechercher si leur régime évolue lorsque les Oiseaux se dispersent au moment de la nidification. Il est probable que les Effraies se rabattent alors sur les autres Vertébrés disponibles. Les Souris sont mieux représentées que les Oiseaux dans les milieux hétérogènes, tandis que, suivant l'importance du couvert végétal, les Insectivores sont nombreux ou relativement rares. On voit réapparaître une plus grande proportion d'Oiseaux au sud, en milieu plus sec assez peu propice aux petits Mammifères.

Toutes ces remarques confirment les données fournies par le piégeage systématique et les observations dans la nature (SAINT GIrons et PETTER, 1965).

VARIATIONS SAISONNIÈRES.

L'étude des variations saisonnières a été faite dans la zone maraîchère de Settat. D'après les résultats qui figurent plus haut (Tab. II), il n'existe apparemment pas de fortes variations saisonnières du pourcentage de Souris dans les proies d'Effraies. On remarque certes des changements dans la représentation des Souris mais ils ne peuvent pas être mis en relation avec les époques de l'année. En analysant régulièrement les pelotes déposées par des Effraies européennes, beaucoup d'auteurs ont au contraire pu mettre en évidence des variations saisonnières du régime. Pourtant, lorsque les Oiseaux disposent d'une proie préférée, abondante toute l'année, ces variations saisonnières sont limitées. C'est ce que nous avons remarqué pour la prédation

exercée sur *Microtus arvalis* dans les régions côtières de la Charente-Maritime, ainsi que dans la Somme, le Bassin Parisien, l'Alsace... C'est ce qui paraît encore plus net dans les analyses d'une commune de Gironde (Cussac) où une étude poursuivie pendant près de 3 années consécutives montre que les variations du pourcentage de ce Campagnol (entre 60 et 86 % du total des Vertébrés) ne sont pas absolument synchrones d'une année à l'autre; toutefois des pourcentages légèrement plus importants sont observés en octobre et un peu plus faibles entre mars et juin, comme il fallait s'y attendre. Nous ne connaissons pas de travail de ce genre concernant une localité où les Souris constituent la proie principale mais les résultats ne doivent pas être très différents de ceux observés chez *Microtus arvalis*. Lorsqu'un type de proie est très abondant, le milieu est pourrait-on dire saturé en toutes saisons. Cela ne signifie pas pour autant qu'il n'existe pas de variations saisonnières des effectifs de cette proie en liaison chez des espèces à vie courte (1 an) avec le cycle de la reproduction. Simplement, la prédation des Effraies les met mal en évidence.

En revanche, il est intéressant de noter que des variations saisonnières existent dans la représentation des Oiseaux et tout particulièrement des Moineaux à Settat. Lorsque débute la saison de nidification, les dortoirs sont abandonnés et les Rapaces, éprouvant sans doute plus de difficultés à capturer les Moineaux, se rabattent sur d'autres proies. Des variations saisonnières analogues ont été remarquées en Europe centrale dans le pourcentage des Moineaux domestiques capturés par les Effraies (SCHMIDT, 1968).

VARIATIONS D'UNE ANNÉE À L'AUTRE.

C'est, à notre avis, la partie la plus inattendue du travail fait à Settat. La représentation des Souris dans le régime des Effraies varie de 12 à 97 %. Elle diminue dès la fin de l'hiver en 1972-1973. En automne 1973, il y a un effondrement très net. Les effectifs demeurent bas pendant toute l'année 1974.

On observe au printemps de 1975 un redémarrage assez lent et les populations de l'automne 1975 retrouvent sensiblement le niveau de 1972. Nous ne nous attendions pas à observer des variations importantes dans ce biotope relativement hétérogène, en pays chaud mais non désertique. Elles sont comparables à celles souvent notées chez le Campagnol des champs. C'est, à notre connaissance, le premier exemple connu de variations aussi accentuées d'un Rongeur en région méditerranéenne, dans un écosystème complexe.

Cette variation pouvait être accidentelle et liée à des facteurs écologiques. On sait que les populations d'un milieu semi-désertique peuvent être soumises à d'importantes variations liées à la pluviosité. Nous avons recherché si tel était le cas. Or, il n'existe apparemment aucune liaison entre la variation de la population de Souris et les courbes pluviométriques, non plus qu'avec celles des minima ou des maxima de température, les relevés climatologiques ayant été effectués pendant toute la durée de l'expérience très près du lieu de dépôt des pelotes et les moyennes de la région étant connues. On ne peut non plus invoquer des modifications brutales du biotope. Une petite parcelle a certes été défrichée et la densité des Souris a pu diminuer, au moins momentanément. Pourtant, d'une part cette parcelle était minuscule comparée à la surface du domaine de chasse d'une Effraie (un rayon de 3 km environ) et, d'autre part, on sait que les Effraies ne se nourrissent pratiquement pas aux dépens des populations de proies qui habitent les abords immédiats de leurs gîtes (BAUDVIN, 1975). La variation pouvait également être attribuée au départ des Oiseaux occupant le gîte en 1972 et à leur remplacement par d'autres Effraies spécialisées dans un type de régime alimentaire différent. Toutefois, on ne comprendrait pas très bien pourquoi ces nouvelles Effraies auraient retrouvé en 1975 le régime des précédents occupants et de plus, sans pouvoir certifier la présence continue des mêmes individus, nous pensons que c'était bien le cas (persistance des pelotes déposées en nombre sensiblement constant, traces de reproduction en 1972).

Force nous est donc d'envisager cette variation dans les populations de Souris comme une fluctua-

tion probablement cyclique analogue à ce que l'on observe plus ou moins régulièrement dans les écosystèmes plus simples. Sans entrer dans le détail des facteurs des fluctuations cycliques, il est important de noter que les modalités de la reproduction jouent un grand rôle; le taux de croissance d'une population de Rongeurs varie en fonction inverse de la densité. Il se produit ainsi une autorégulation naturelle. Le cas a été démontré chez la Souris par SOUTHWICK (1958) ainsi que ROWE *et al.* (1964). Quand la densité devient très forte, le nombre des jeunes par portée diminue tandis que le pourcentage des individus féconds s'amenuise considérablement par suite du retard de la puberté. C'est ce qui nous semble être le cas ici. La diminution de la fin de l'hiver 1973 est, selon toute vraisemblance, liée à une saison de reproduction aberrante. Les adultes disparaissant normalement en hiver n'ont été qu'insuffisamment remplacés par les jeunes de l'été et, à l'automne de 1973, l'effondrement constaté n'était pas lié à une cause accidentelle mais bien à l'absence de jeunes reproducteurs. De plus, le retour à une densité normale s'est effectué, comme nous l'avons vu, à partir du printemps de 1975 et a coïncidé avec la reprise annuelle de l'activité sexuelle.

Les Effraies qui chassaient dans le périmètre de reboisement de Settât sont moins nombreuses en 1976 qu'en 1972; c'est un phénomène général mais on ne peut s'empêcher de penser que l'effondrement des populations de Souris a pu contribuer à cette diminution du nombre des Rapaces prédateurs. Les Chouettes qui sont restées ont adapté leur régime pendant le « creux » de 1973-1974. Lorsque les populations de Souris ont commencé à décroître au printemps, les Effraies ne semblent pas s'être immédiatement attaquées aux Oiseaux alors dispersés pour la saison de nidification mais avoir utilisé les autres petits Mammifères : Crocidures et Gerbilles. Les Insectivores n'ont jamais représenté qu'une faible partie du régime car ils ne sont pas très abondants dans ce biotope. Au contraire, les Effraies ont utilisé une proie plus abondante et, en tout cas, plus rentable étant donné sa taille : la Gerbille champêtre. Nous pensons que cette adaptation, qui leur a permis de trouver ainsi près de la moitié en poids

de leur nourriture, est due non à une augmentation des populations de Gerbilles mais à un changement de régime devant la quasi disparition de la proie essentielle. L'apparition des Oiseaux, en majorité des Moineaux, est extrêmement brusque. Elle coïncide avec le retour dans les dortoirs. Lorsque les populations de Souris commencèrent à se reconstituer, les Moineaux furent progressivement délaissés tandis que les Gerbilles restaient bien représentées. On peut donc conclure que les Moineaux constituent pour ces Effraies une proie de remplacement soit plus difficile à capturer soit moins appréciée et ce n'est qu'en période de pénurie de Rongeurs qu'ils y ont recours.

CONCLUSIONS

Le régime des Effraies en région méditerranéenne est sous la dépendance du biotope fréquenté. Ceci avait déjà été noté maintes fois. Toutefois, la liaison entre les biotopes semi-urbains et la fréquence des Moineaux dans le régime n'avait pas été clairement établie. On se bornait à penser que, dans toute l'Afrique du Nord, ces Oiseaux constituaient l'essentiel du régime. Ce n'est le cas qu'en milieu semi-urbain.

S'il existe des variations saisonnières dans les populations de Souris, elles ne sont pas apparentes dans le régime de l'Effraie quand ces Rongeurs sont très abondants. Ceci est sans doute un phénomène d'ordre général : quand un type de proie est largement répandu tout au long de l'année, la saturation du milieu ne permet pas de déceler les variations modérées de densité par la méthode indirecte que constitue l'analyse des pelotes.

La forte raréfaction des Souris dans la région de Settat nous semble liée à des fluctuations sans doute cycliques, intervenant en région méditerranéenne, et ceci même en milieu hétérogène. Quand

les Souris se raréfient, les Effraies consomment de préférence les proies tampons (*Crocidura*, *Gerbillus*) et n'utilisent les Moineaux en grand nombre que lorsqu'ils sont rassemblés dans leurs dortoirs en automne et en hiver.

BIBLIOGRAPHIE

- BAUDVIN (H.), 1975. — Biologie de la reproduction de la Chouette effraie (*Tyto alba*) en Côte d'Or : Premiers résultats. *Le Jean le Blanc*, 14, 51 p.
- BAUER (K.) et FESTETICS (A.), 1958. — Zur Kenntnis der Kleinsäugerfauna der Provence. *Bonn. Zool. Beitr.*, 9, 103-119.
- BOVET (J.), 1963. — Etude par l'analyse du contenu de pelotes de Chouette Effraie (*Tyto alba*) des fluctuations dans les populations de Micromammifères. *Rev. suisse Zool.*, 70, 244-249.
- BROSSET (A.), 1956. — Le régime alimentaire de l'Effraie au Maroc Oriental. *Alauda*, 24, 303-305.
- ROWE (F.P.), TAYLOR (E.J.) et CHUDLEY (A.H.J.), 1964. — The effect of crowding on the reproduction of the house mouse (*Mus musculus*) living in corn-ricks. *J. anim. Ecol.*, 33, 477-483.
- SAINT GIRONS (M.C.), 1973. — Le régime de l'Effraie, *Tyto alba*, sur la côte atlantique du Maroc. *Bull. Soc. Sc. nat. phy. Maroc*, 53, 193-198.
- SAINT GIRONS (M.C.) et PETTER (F.), 1965. — Les Rongeurs du Maroc. *Trav. Inst. sc. chérifien, Sér. Zool.*, 31, 55 p.
- SAINT GIRONS (M.C.), THEVENOT (M.) et THOUY (P.), 1974. — Régime alimentaire de la Chouette Effraie (*Tyto alba*) et du Grand Duc Ascalaphe (*Bubo bubo ascalaphus*) dans quelques localités marocaines. *Trav. R.C.P.* 249, 2, 257-265.
- SCHMIDT (E.), 1968. — Der Haussperling *Passer domesticus* L. und der Feldsperling *P. montanus* L. als Nahrung der Schleiereule *Tyto alba*, Scop. in Ungarn. *Int. Biol. Pr. Granivorous birds*, Warszawa, 2, 96-101.
- SOUTHWICK (C.H.), 1958. — Population characteristics of house mice living in English corn ricks: Density relationships. *Proc. Zool. Soc., London*, 131, 163-175.

LES DÉGATS CAUSÉS PAR *PLOCEUS CUCULLATUS*

par M^{me} Michèle DA CAMARA-SMEETS

RÉSUMÉ

Un bref rappel de l'oiseau, de son aire de répartition et de son écologie est donné.

Le danger présenté par *Ploceus cucullatus* est mis en évidence en superposant l'aire de nidification de *Ploceus cucullatus* et les cartes des cultures en Afrique de l'Ouest.

La consommation alimentaire normale de *Ploceus cucullatus*, son comportement alimentaire, ses heures de nourrissage et son régime alimentaire au cours de l'année sont décrits.

Une liste non exhaustive des dégâts de *Ploceus cucullatus* répertoriés et vérifiés est donnée, ainsi qu'une revue critique des moyens de lutte applicables aux *Ploceus cucullatus*.

En conclusion, l'accent est mis sur la valeur de la protection directe dans le cas des *Ploceus cucullatus*.

SUMMARY

Damage caused by Ploceus cucullatus

A short summary of the behaviour of the bird, its area of repartition and its ecology is given.

A comparison made between the nesting area of *Ploceus cucullatus* and a map of the crops in West Africa shows the danger of *Ploceus cucullatus*.

The quantity of food normally eaten by *Ploceus cucullatus*, its alimentary behaviour, its feeding hours and its diet throughout the year are described.

A non exhaustive list of the damage caused by *Ploceus cucullatus* was made, as well as a critical review of the different means of control used against *Ploceus cucullatus*.

As a conclusion, the stress is put on the direct protection against *Ploceus cucullatus*.

1. — ÉTAT DE LA QUESTION

Ploceus cucullatus cucullatus est un tisserin essentiellement granivore quoique polyphage (MOREL, 1968) dont l'aire de répartition habituelle est la forêt tropicale, mais s'étend à la galerie forestière et aux différents milieux humides du Sahel (CROOK, 1964).

Considéré généralement comme sédentaire, il migre pour nicher dans le Nord-Ouest du Mali et dans le delta du Niger en saison des pluies. On le soupçonne d'être migrateur dans d'autres régions (WARD, communication personnelle) mais ces aspects de son écologie ont été peu étudiés. L'aire de répartition du

Ploceus cucullatus selon HALL et MOREAU (1970) est donnée à la Figure 1.

Les effectifs à l'ha n'ont pas été déterminés. La durée de sa période de reproduction varie suivant l'environnement de 9 mois en région tropicale (COLLIAS et COLLIAS, 1971) à 3 mois en région sahélienne (COLLIAS et COLLIAS, 1970, DA CAMARA-SMEETS, *in litt.*). Nettement antropophile, on le trouve généralement aux abords des villages quoiqu'il établisse des colonies de plusieurs milliers de nids dans des régions inhabitées aux abords ou au centre de marigots, sur *Typha* ou *Acacia*. Au Sud de son aire de répartition, il niche et construit normalement son nid sur les palmiers à huile, mais également dans les roseaux, les cannes à sucre, au sommet des

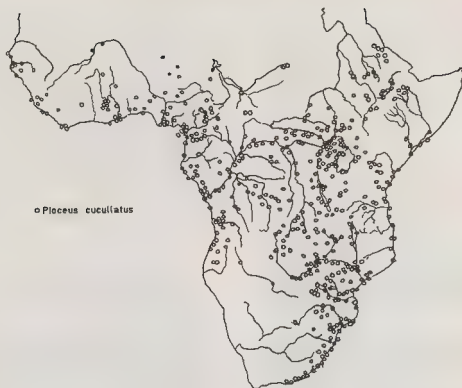


FIG. 1. — Carte de la répartition de *Ploceus cucullatus* en Afrique *Ploceus cucullatus cucullatus* (Muller) s'étend dans toute l'Afrique de l'Ouest et Centrale, au Nord du Zaïre et de l'Ouganda, jusqu'à l'Est du Tchad (HALL and MOREAU, 1970).

palmiers roniers, dans les eucalyptus quoiqu'il préfère les grands kapokiers et les neems ou les acacias au bord des mares dans la partie Nord de son aire de répartition.

Le degré de polygamie varie également suivant l'environnement. Au Nord du Sénégal chaque mâle de *Pl. cucullatus* possède 5 nids en moyenne et 3,1 femelles (COLLIAS et COLLIAS, 1971). Au Tchad, pour la même race de *Pl. cucullatus* chaque mâle possède 3 nids et 2,1 femelles (DA CAMARA-SMEETS, *in litt.*) alors que pour *Ploceus cucullatus graueri*, la race du Kivu (altitude 6 400 pieds) chaque mâle possède 2,4 nids et 1,8 femelle (COLLIAS et COLLIAS, 1971). La taille de la ponte la plus fréquente au Sénégal est de 2 œufs, quelquefois 3, la taille de la ponte la plus fréquente au Tchad est de 2 œufs, souvent 3.

Le poids moyen d'un individu adulte est de 35 g pour les femelles et de 40 g pour les mâles (DA CAMARA-SMEETS, 1975). Son bec puissant (2 cm) le rend apte à se nourrir de tous les types de grains sauvages ou cultivés rencontrés, de l'épiaison à la maturation complète.

2. — AIRE DE DÉPARTITION DE *PLOCEUS CUCULLATUS* EN RELATION AVEC LES ZONES CULTIVÉES EN AFRIQUE CENTRALE ET AFRIQUE DE L'OUEST

Les zones de nidification connues de *Ploceus cucullatus* coïncident généralement avec les zones des différentes cultures céréalières (fig. 2). Le maïs n'est pas représenté car c'est une culture de case

dont l'une ou l'autre variété se retrouve sur l'ensemble de la zone à partir de 400 mm de pluies.

Nous ne possédons pas de signalisations de nidifications de *Ploceus cucullatus* dans la partie Nord de la zone du petit mil et du sorgho sur le territoire du Mali et du Niger. Cependant, nous avons visité une nidification de *Ploceus cucullatus* à Diffa (Frontière du Niger et du Nigéria), ce qui indique qu'une population de *Ploceus cucullatus* peut nidifier le long de la Komadugu au Nigéria.

L'existence de nidifications à Mopti et Niafunké laisse supposer la présence de *Ploceus cucullatus* dans la boucle du Niger en saison humide. D'autre part toute la zone de nidification de *Ploceus cucul-*

latus le long de la côte est également la zone des palmiers à huile sévèrement endommagés par ces oiseaux. Nous avons noté particulièrement les nidifications de *Ploceus cucullatus* car la relation entre les nidifications et les dégâts aux cultures est évidente par la concentration des oiseaux qui les rend plus dangereux et parce que la période de nidification de *Ploceus cucullatus* couvre dans chaque région la période de maturation des cultures pluviales.

Cependant, sur l'ensemble de l'aire de *Ploceus cucullatus*, les dégâts ont lieu également en saison sèche et les agriculteurs subissent fréquemment les pertes les plus lourdes en culture de décrue ou de contre-saison (culture irriguée).

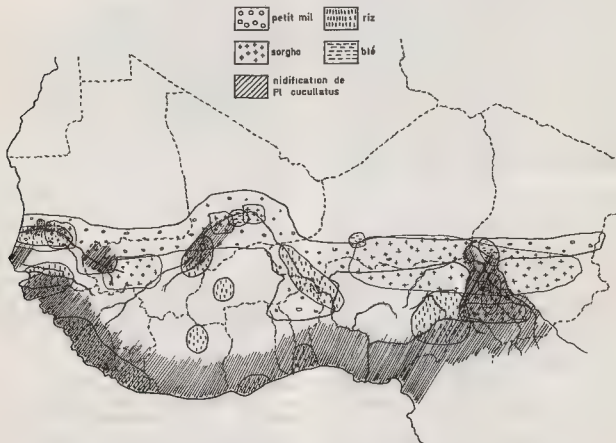


FIG. 2. — Carte des cultures de petit mil, de sorgho, de riz et de blé en Afrique de l'Ouest et carte de répartition des nidifications connues de *Ploceus cucullatus cucullatus* (synthèse réalisée d'après les travaux de différents auteurs).

3. — ALIMENTATION DE *PLOCEUS CUCULLATUS*

a) Méthodes utilisées.

Captures et contenus de jabots.

Les captures sont effectuées à l'aide de filets japonais à 3 poches, de 12 m de long, dont la manipulation est aisée. Le filet est relevé toute les 1/2 h en raison de l'ensoleillement. Les oiseaux sont tués immédiatement et gardés en glacière jusqu'au laboratoire ou disséqués sur place. Le poids, le sexe, et l'indice crânien sont notés. Les contenus de jabots sont relevés, décrits et conservés dans de l'alcool puis ultérieurement lavés et séchés à l'étuve à 60 °C pendant 12 h. Les graines cultivées sont aisément reconnaissables. Le type de graines cultivées ou sauvages ainsi que leur proportion relative et la présence d'insectes sont notés. En répétant ce processus le plus fréquemment possible au cours de l'année et dans les différents milieux, on obtient une image qualitative du régime alimentaire de *Pl. cucullatus*.

Détermination de la consommation journalière.

La consommation journalière moyenne de *Pl. cucullatus* en cage, nourri exclusivement de millet a été mesurée sur des groupes d'effectifs différents d'oiseaux en cage, pendant 10 jours, pour une période totale de 3 mois. Les cages mesurent 2,50/2,50 m et ont contenu un maximum de 80 oiseaux.

La consommation journalière minimale de *Ploceus cucullatus* peut également être déduite de son métabolisme d'existence, tel qu'il est donné par la formule de KENDEIGH (1970) applicable aux passereaux en fonction de leur poids et de la température ($nKcal = 1,5720 W^{0,4210}$ à 30 °C).

La consommation journalière de millet ou de sorgho correspondante est sous-estimée pour les oiseaux en liberté et est donnée à titre de consommation minimale.

Détermination de l'horaire de nourrissage.

L'horaire de nourrissage de *Pl. cucullatus* en cage a été mesuré pour un groupe de 50 oiseaux. Le nombre d'individus présents à la mangeoire était compté toutes les heures pendant 3 jours consécutifs entre 6 h 30 et 18 h 30. La mangeoire contenant 50 g de millet était renouvelée toutes les 1/2 h et le contenu pesé. L'horaire de nourrissage de *Ploceus cucullatus* sur les champs est déterminé par la présence des oiseaux et par le pourcentage de jabots pleins trouvés sur les oiseaux capturés aux différentes heures.

b) Régime alimentaire.

Le régime alimentaire de *Ploceus cucullatus* est extrêmement varié. Il se nourrit tout au cours de l'année, préférentiellement de toutes les céréales sur pied ou des grosses graines sauvages (sorghum - riz). (DA CAMARA-SMEETS et MANIKOWSKI, 1975).

En l'absence de ces graines, il se nourrit d'insectes, de petites graminées sauvages, de céréales volées sur les marchés, dans les jardins ou les calesabes, ou de fruits, peut-être de fleurs de neems.

Son régime alimentaire, déterminé grâce aux contenus de jabots d'oiseaux capturés au cours de l'année est donnée à la Figure 3, ainsi que la phénologie culturale. Si l'on considère que les cultures sont attaquées pendant toute la maturation, la superposition des deux tableaux montre clairement que *Ploceus cucullatus* attaque toutes les cultures rencontrées.

On trouve des petites graminées sauvages dans les jabots de *Ploceus cucullatus* pendant la période où les céréales cultivées sont absentes. Le sorgho et le riz sauvage sont mangés sur pied pendant leur période de maturation et en mars, avril, ils sont prélevés au fond de mares asséchées. Le petit mil, est attaqué en septembre, octobre, il est également prélevé toute l'année sur les provisions des villageois.

Le sorgho cultivé est attaqué en culture pluviale, de décrue ou d'irrigation, et volé également sur les marchés. Le riz d'irrigation est présent en grande quantité dans les jabots en juin, juillet.

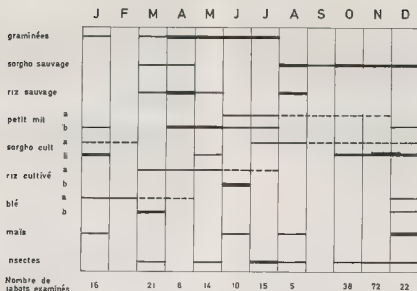


Fig. 3. — Superposition de la phénologie culturale au Tchad et du régime alimentaire de *Ploceus cucullatus* au cours de l'année d'après l'analyse qualitative des contenus de jabots d'oiseaux capturés en nature. Les chiffres indiquent la taille de l'échantillon (Da CAMARA-SMEETS et MANIKOWSKI, 1975).

- a) Période de maturation ——— et de récolte ——— des cultures.
 b) Présence dans 1 jabot ——— quelques jabots ——— la majorité des jabots

On trouve également du blé dans les jabots en mars, avril, autour du Lac Tchad. Quant au maïs, cultivé toute l'année dans les villages, il est présent dans les jabots tout au long de l'année.

c) Comportement alimentaire.

Ploceus cucullatus mange volontiers à proximité d'un perchoir qu'il quitte pour se nourrir suspendu aux épis sauvage ou cultivés ou au sol (BORTOLI, 1973).

Sur le sorgho, en dehors de la période de nidification, il se nourrit en petits groupes de 5 à 10 oiseaux puis rejoint le perchoir attaquant essentiellement les bords du champ.

Sur le riz, nous avons vu des bandes de 30 à plusieurs centaines de *Ploceus cucullatus* descendant des palmiers et se déplaçant sur le riz en vol. Les haies de graminées sauvages poussant entre les

parcelles leur servent de perchoir et leur procurent une nourriture supplémentaire.

A Ibadan, sur 19 oiseaux capturés après s'être nourris, un seul présentait des graines sauvages dans son jabot.

Sur le petit mil, les *Ploceus cucullatus* restent perchés longtemps et les dégâts sont répartis sur toute la surface du champ.

Sur le maïs, *Ploceus cucullatus* se perche et écarte du bec les enveloppes de la carotte, dont il se nourrit puis l'abandonne ouverte, ce qui la rend plus vulnérable aux attaques d'autres oiseaux granivores, d'insectes et de végétaux pathogènes.

Dans les villages, au pied des *Ficus* sp., et des *Azadirachta indica*, (neems) les *Ploceus cucullatus* picorent en groupes mixtes avec les *Pycnonotus* sp., les *Lamprolornis* et les *Uraeginthus* sp.

En cage, *Ploceus cucullatus* se nourrit pendant toute la journée (fig. 4). Les visites fréquentes effec-

[illegible]

en cage, calculé suivant la formule de Kendeigh ($nKcal = 1,5720 W^{0,6250}$) est de 15,54 kcal, ce qui jour.

La consommation de *Ploceus cucullatus* en cage mesurée sur une période de trois mois est de 6,06 g (DA CAMARA-CMEETS, 1974) par jour et par oiseau, à une température moyenne de 30 °C.

Cependant, lors des expérimentations de choix alimentaire, sa consommation approchait 10 g par

Ploceus cucullatus mobilisant plus d'énergie, absorbe une quantité de grains supérieure dans son milieu naturel (KENDEIGH, 1970).

Si on considère que *Ploceus cucullatus* absorbe quotidiennement 4,4 g de sorgho, et sensiblement la même quantité s'il s'agit d'autres céréales, cela signifie qu'il ingurgite en moyenne 275 grains de riz ou 230 grains de blé ou de sorgho. Il est capable

d'en prélever la moitié en un seul repas car à Baga Sola (Lac Tchad), en 1972, on a trouvé un individu adulte avec 90 grains de blé dans son jabot distendu, et à Ibadan (Nigéria), en mai 1975, un autre avec 102 grains de riz.

4. — DÉGÂTS DE *PLOCEUS CUCULLATUS* RÉPERTORIÉS

a) Tchad et Nord Cameroun.

La liste donnée au Tableau II ne reprend que les dégâts imputables à *Ploceus cucullatus*, en tout ou en partie, enregistrés et vérifiés par les experts du Projet Quelea (*) suite à des plaintes et à des indications d'agriculteurs.

TABLEAU II
Liste des dégâts de *Ploceus cucullatus* répertoriés au Tchad et au Nord-Cameroun

Culture	Lieu	Date
Sorgho des pluies	Station expérimentale de Délé (600 km au S. de N'Djaména) Région de N'Djaména Nord-Cameroun (Kousséri)	Sept. 1971 Août-Sept. 1974 Août-Sept. 1975 Oct. Nov. 1972
Sorgho de décrue	Région de N'Djaména Nord Cameroun Léré, Pala (400 km au S. de N'Djaména)	Nov. Déc. Janv. 1972 Pas de cultures 1973 Déc. Janv. 1974 Nov. Déc. 1972 Récolte précoce Nov. 1973 à cause des dégâts Janv. Fév. 1974
Petit mil	Pas de signalisation précise Région de N'Djaména (± 150 km au N et au S) Polders de Bol — Région du Lac + cultures des dunes N. Lac	1972-73-74 Sept. 1975 Mars 1971 1972 (30 %) 1973 Pas de cultures 1974 Pas de dégâts 1975
Riz	Pépinière Bongor (250 km S. N'Djaména)	Avril 1972
Mais	Environs N'Djaména Lac Tchad Isserom et Lac Tchad Garoua (N. Cameroun)	Oct. 1972 Juin 1973 Avril 1974 Juillet 1975

Cette liste ne comprend donc que les pertes suffisamment élevées pour justifier un appel des villageois; elle est bien entendu loin d'être exhaustive et suggère que de nombreux autres dégâts ont été vraisemblablement subis dans les régions avoisinantes, avec des cultures similaires, et sur les mêmes cultures chaque année à la même époque.

Il s'agit de dégâts sur le sorgho des pluies, dans la région de cultures céréalières dans un rayon de 200 km autour de N'Djaména, et à la station de Recherche expérimentale de Deli (600 km au Sud de N'Djaména).

Sur le sorgho de décrue, on signale les dégâts sur l'ensemble de la zone de culture du Berbéré (sorgho repiqué) culture actuellement en pleine extension.

Sur le petit mil, les dégâts étant généralisés, on ne possède d'indications précises que pour 1975, année où l'on a constaté que les *Ploceus cucullatus* participent aux dégâts dans toute leur aire de nidification.

Sur les cultures de blé des environs du lac Tchad, les *Ploceus cucullatus* sont les principaux agents responsables de dégâts pouvant atteindre 30 % de la récolte (1972).

Au Tchad, les dégâts sur le riz n'ont été signalés qu'en 1972, mais des aménagements rizicoles sont en cours de réalisation.

La culture du maïs se fait essentiellement sur des petites surfaces, ce qui rarifie les signalisations.

b) Afrique de l'Ouest.

On se plaint essentiellement de dégâts de *Ploceus cucullatus* sur le riz en zone humide. Le riz arrive à maturation pendant la période de nidification de *Ploceus cucullatus* au Nigéria (IBADAN, 1975), au Dahomey (novembre 1972, mai-juin 1975), au Libéria (SUMNAR, 1975), en Casamance (observation personnelle).

Sur le maïs, les *Ploceus cucullatus* causent des dégâts dans toute leur aire de répartition. Des dégâts

importants ont été signalés au Mali en août-septembre 1972 et au Nigéria (ADEGOKE, 1975).

c) Dégâts de *Ploceus cucullatus* aux produits autres que les céréales.

Ploceus cucullatus provoque des pertes importantes dans les palmeraies de toute la zone tropicale humide en défeuillant les troncs jusqu'à la mort de l'arbre pour construire son nid. Les branches des palmiers choisis comme support pour la colonie se cassent sous le poids des grappes de nids (ADEGOKE, 1975). Il défeuille également les bananiers, la canne à sucre, le riz et le maïs en herbe.

Ploceus cucullatus se nourrit également de tomates (jardins de N'Djaména) de cultures vivrières (Logone Biri), de fruits divers (zone d'arboriculture au Sénégal) (NDIAYE, 1972) et de noix de palmes au Nigeria (ADEGOKE, 1975).

Remarquons que les dégâts aux palmeraies se rencontrent davantage dans les palmeraies non entretenues ou à l'abandon, sans que l'on puisse déterminer si c'est la présence des cultivateurs ou la proportion moindre de végétation sauvage qui réduit la présence de *Ploceus cucullatus*.

Le même fait est observé sur les champs de céréales.

5. — MÉTHODES DE LUTTE

La lutte contre *Ploceus cucullatus* est fondamentalement différente de celle contre le *Quelea quelea* à cause de la taille plus réduite de ses aires grégaires qui rend impossible les pulvérisations aériennes de produits chimiques.

On peut distinguer suivant le but immédiat recherché, deux formes de lutte antiaviaire. La première fait appel à plusieurs techniques utilisées conjointement et vise à limiter les dégâts sur les champs, la seconde vise à détruire les concentrations d'oiseaux et réduire les effectifs de l'espèce.

MÉTHODES DE LIMITATION DES DÉGÂTS.

a) Méthodes de protection agronomique.

Adaptation du calendrier cultural.

Les méthodes de protection agronomiques comprennent la sélection des zones favorables aux cultures, sélection qui deviendra possible suite à une meilleure connaissance des aires et des époques de concentration des oiseaux, et l'adaptation du calendrier cultural. Ainsi l'avancement de la maturation du riz d'une quinzaine de jours à Yagoua (N. Cameroun) a suffi à préserver la récolte contre les *Q. quelea* (ELLIOT, communication personnelle). Ces deux méthodes ne sont pas encore applicables au *Pl. cucullatus* dont on ne connaît pas suffisamment les déplacements.

Choix de variétés.

D'autres méthodes de protection agronomiques sont d'ores et déjà applicables : il s'agit premièrement du choix des variétés cultivées pour leurs qualités physiques. Les épis de berbéré très serrés et globuleux ne permettent pas à l'oiseau d'atteindre les graines intérieures. Le sorgho pluvial tardif, haut et flexible est, quant à lui, inutilisable comme perchoir. Les variétés comportant un taux en tanin élevé sont réputées être moins attirantes pour les oiseaux. Quant à l'emploi des variétés barbuées, nous avons vu *Ploceus cucullatus* pâturer allègrement sur le blé barbu dont les barbes jonchaient le sol.

Aménagement des champs.

Il s'agit également du regroupement des champs pour limiter le périmètre attaqué, et du nettoyage des parcelles et de leurs environs ; pour éviter l'attrait supplémentaire des hautes herbes sauvages et des graminées (MANIKOWSKI et DA CAMARA-SMEETS, 1975). Enfin, une meilleure synchronisation des cultures au niveau du village améliorerait la protection de l'ensemble des champs (PEPPER, 1972).

b) Méthodes traditionnelles.

Gardiennage.

Les effarouchements traditionnels consistent en des réseaux de ficelles tendus sur les champs auxquels sont suspendus des chiffons, des oiseaux morts et divers objets (boîtes à conserve, calebasses).

La garde est renforcée par des cris et des jets de pierre. L'efficacité d'une telle garde varie considérablement d'après la vigilance du gardien, l'environnement du champ, l'époque et le nombre d'oiseaux.

Ces effarouchements peu coûteux peuvent être améliorés en dissimulant le réseau de ficelles et en choisissant mieux les objets suspendus, en coupant éventuellement les perchoirs trop tentant et les haies et principalement en changeant fréquemment les dispositifs d'effarouchement pour éviter l'accoutumance.

Destruction des nids.

A l'époque des nidifications, les cultivateurs détruisent généralement les nidifications qu'ils considèrent comme nuisibles, même si elles sont situées hors du village. Ils abattent les arbres ou coupent toutes les branches. On trouve de nombreux kapokiers et neems étêtés.

Si les villageois attendent suffisamment longtemps, les enfants récupèrent les oisillons à l'envol pour les consommer. Ces mesures sont immédiatement efficaces et suffisantes pour la protection des champs. Dès l'éclosion, il suffit de décrocher les nids en blocs pour chasser les oiseaux sans devoir couper les arbres. Pour une efficacité accrue, il faut attendre si possible que les oisillons soient emplumés afin d'éviter une nouvelle nidification et de récupérer les oisillons.

Piégeage.

Ploceus cucullatus est très difficile à capturer au filet. Il distingue aisément le filet et peut changer très rapidement de direction de vol.

Les essais de piégeage que nous avons effectués ont été inefficaces jusqu'ici, mais doivent être pour-

suivis comme adjuvant possible aux méthodes de lutte traditionnelles avec l'avantage de récupérer les oiseaux pour la consommation.

c) Méthodes modernes.

Barrière physique.

L'emploi de barrières physiques telles que filet ou crylde, ne se justifie que pour les cultures de haut rapport telles que les pépinières (Sumnar, 1975).

Effarouchements acoustiques.

L'efficacité des effarouchements acoustiques contre le *Ploceus cucullatus* est d'une durée très limitée et demande un appareillage coûteux.

Répulsifs.

Au Libéria, les essais de répulsifs habituellement utilisés tels que Curb et Cropgard (phosphate d'aluminium ammonium) se sont révélés inopérants contre *Ploceus cucullatus*. Ces répulsifs sont à l'essai de même que l'Avitrol et le Méthiocarb dans toutes les zones du Projet *Quelea* contre l'ensemble des graminivores nuisibles.

MÉTHODES DE DESTRUCTION DES OISEAUX.

a) Appâts empoisonnés.

Dans le domaine de la lutte proprement dite, l'usage d'appâts empoisonnés est délicat à cause de la faune non cible assez nombreuse (THIOLLAY, 1975) et des consommateurs potentiels (y compris l'homme) des oiseaux morts. Un appâtage est toujours nécessaire.

FITZWATER (1972) recommande de placer les mangeoires de préférence dans les arbres pour limiter les risques de contamination. L'alphachloralose a l'avantage d'endormir les oiseaux à basse concentration, ce qui permet de les récupérer et élimine le problème des espèces non cibles. Cependant, son

action n'est complète qu'après 40 minutes, ce qui donne aux oiseaux le temps de se disperser et rend la collecte plus difficile. Son emploi est d'usage courant au Libéria et en Afrique de l'Ouest où l'OCLALAV l'utilise dans l'eau des mares artificielles.

b) Pulvérisation au sol.

Dans certains cas les *Ploceus cucullatus* nidifient par milliers hors des agglomérations et la concentration des oiseaux qui représente un danger potentiel accru peut justifier l'emploi de pulvérisation d'avicides au sol.

En plus de l'appareillage et du personnel expérimenté requis, l'utilisation d'aspersion au sol est restreinte par les difficultés d'accès. Ces techniques de pulvérisation au sol sont cependant susceptibles de fortes améliorations quant à l'appareillage, au coût, et à la manipulation.

PROCÉDÉS NOUVEAUX.

FITZWATER (1972) recommande l'essai à Haïti de fumigation au cyanide la nuit dans les dortoirs, et d'appâts chémostérilisants.

Ces nouvelles méthodes doivent encore être mises au point. Elles ne peuvent être sélectives que si elles sont appliquées dans un dortoir ou une nidification qui comprend exclusivement *Pl. cucullatus*.

CONCLUSION

Le choix des méthodes de lutte dépend évidemment du but poursuivi. Si l'on considère qu'il faut réduire l'espèce pour supprimer une menace trop importante, il faut donner la préférence aux appâts empoisonnés, au piégeage à large échelle et dans tous les cas possibles aux aspersions chimiques au sol, en confiant la lutte à une équipe spécialisée opérant au niveau de la région ou du pays.

Le cas se présentera certainement si l'on continue à développer les aménagements rizicoles le long de la côte.

Si l'on considère au contraire qu'il n'est pas utile de réduire la population de *Ploceus cucullatus*, mais qu'il suffit de l'empêcher d'attaquer les cultures, il faut s'engager résolument dans la voie des effarouchements traditionnels améliorés, appuyés sur un calendrier cultural adéquat et la sélection des variétés résistantes sans négliger les captures et le dénichage. Cette option permet de plus, d'envisager l'utilisation alimentaire de l'oiseau. Cette forme de lutte non coûteuse a l'avantage d'être menée par l'agriculteur directement intéressé à la récolte et ne nécessite qu'une action d'information menée au niveau des cadres agricoles et des instituteurs.

Dans les pays situés au Nord de l'aire de *Ploceus cucullatus* cette forme de lutte devrait être suffisante et s'intégrera dans la lutte générale contre l'ensemble des oiseaux granivores qui pâturant de concert sont responsables de perte en grains importantes. Il s'agit de *Lamprolaima chalybaeus*, *Quelea quelea*, *Ploceus capitalis*, *Passer griseus* et *Streptopelia* sp. (DA CAMARA-SMEETS, *in litt.*). SUMNAR au Libéria (1975) et FITZWATER (1972) à Hispaniola après examen des différentes possibilités de lutte contre *Ploceus cucullatus* arrivent à des conclusions semblables.

Enfin, SUMNAR (1975) conseille de remplacer les céréales de contre saison par des cultures vivrières dans certaines régions favorables aux oiseaux et impossibles à protéger efficacement.

REMERCIEMENTS.

Ces travaux ont été réalisés dans le cadre du projet PNUD/FS-RAF 73. « Recherches sur la lutte contre les oiseaux granivores *Quelea quelea* ».

Nous remercions vivement l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (F.A.O.) dont l'aide morale et l'appui financier ont permis la réalisation de ce travail.

Nous remercions Monsieur le Professeur Ph. LEBRUN, Directeur du Laboratoire d'Ecologie Générale de l'Université de Louvain pour la lecture et la discussion du manuscrit.

Nous remercions également nos collègues du Projet *Quelea* qui nous ont régulièrement communiqué toutes leurs informations.

BIBLIOGRAPHIE

- ADEGOKE (M.), 1975. — Comprehensive report of my tour to the East Central State weaver bird surveyor October 1974. 9 pp.
- BORTOLI (L.), 1973. — Les oiseaux granivores en Afrique Tropicale avec référence spéciale à *Quelea quelea*. Le milieu et les dégâts (Varsovie). Rapport Projet *Quelea* n° 225, 26 pp.
- COLLIAS (N.E.) et COLLIAS (E.C.), 1970. — The behavior of the West African Village Weaverbird. *Ibis*, **112**, 457-480.
- COLLIAS (N.E.) et COLLIAS (E.C.), 1971. — Some observations on behavioral energetics in the village weaverbird. I. Comparison of colonies from two subspecies in nature. *The AUK*, **88**, 1, 124-133.
- CROOK (J.H.), 1964. — The evolution of social organization and visual communication in the weaver birds (Ploceinae). *Behaviour*, Suppl. X, p. 1-178.
- DA CAMARA-SMEETS (M.), 1974. — Consommation des grains en cage. Rapport Projet *Quelea*, n° 324, 2 pp.
- DA CAMARA-SMEETS (M.), 1975. — Observations des *Ploceus cucullatus* à l'International Institut for Tropical Agriculture à Ibadan (Nigeria). Mai 1975. Rapport du Projet *Quelea*, n° 329, 10 pp.
- DA CAMARA-SMEETS (M.) et MANIKOWSKI (S.), 1975. — Préférences alimentaires de *Ploceus cucullatus*. Rapport Projet *Quelea*, n° 334, 18 pp.
- DA CAMARA-SMEETS (M.), *in litt.* — Relations entre le gendarme de village (*Ploceus cucullatus cucullatus*) et les cultures de céréales en Afrique Centrale de l'Ouest.
- FITZWATER (W.D.), 1972. — Lutte contre le tisserin à Hispaniola. Rapport au Gouvernement de la République d'Haïti PNUD-FAD, n° AT3104, 16 pp.
- HALL (B.P.) and MOREAU (R.E.), 1970. — An atlas of speciation in African Passerine birds — Trustees of the British Museum (Natural History) 1970. Publication n° 680, 300 pp.
- KENDEIGH (S. Ch.), 1970. — Energy requirements for existence in relation to size of birds. *The Condor*, **72**, 60-65.
- MANIKOWSKI (S.) et DA CAMARA-SMEETS (M.), 1974. — Observations des dégâts d'oiseaux sur le sorgho dans la région de N'Djaména. Rapport Projet *Quelea* n° 316, 12 pp.
- MOREL (G.), 1968. — Contribution à la Synécologie des oiseaux du Sahel Sénégalais. Mémoires de l'ORS-TOM, n° 29, 176 pp.

- NDIAYE (A.), 1973. — Enquête sur les dégâts causés par la Perruche verte à collier dans la zone d'arboriculture (Sénégal). Essais effectués en vue d'aboutir à une méthode de lutte. Rapport Projet Quelea, n° 216, 10 pp.
- PEPPER (S.), 1972-1973. — Observation sur les dégâts d'oiseaux et les méthodes traditionnelles de lutte anti-aviaire à la période de maturation des sorghos. 20/12/72-8/1/73. Rapport projet Quelea, n° 216, 6 pp.
- SUMNAR (C.), 1975. — Notes on vertebrate pests of rice. Central Agricultural Experiment Station Suakoko. Bong-country. LIBERIA (Rapport interne), 14 pp.
- THOLLAY (J.M.), 1975. — Exemple de prédation naturelle sur une population nicheuse de *Quelea quelea* (L.) au Mali. *La Terre et la Vie*, 29, 31-54.

OBSERVATIONS SUR L'AUTOÉCOLOGIE ET LA SYNÉCOLOGIE DES PRINCIPALES ESPÈCES DE CHRYSOPINAE (NEUROPTERA, PLANIPENNIA) DU SUD-EST DE LA FRANCE, DES GENRES *ITALOCHRYSA* PRINCIPI ET *CHRYSOPA* LEACH

par Yves SEMERIA

Laboratoire de Biologie animale, Département de Zoologie, Parc Valrose, 06034 Nice

RÉSUMÉ

Ce travail concerne la dynamique des populations des Chrysopinae du sud-est de la France, la période d'apparition des espèces, l'époque de leur expansion maximale, l'évolution de leurs sex ratio en relation avec leur abondance, leurs rapports mutuels, leurs parasites et leurs prédateurs, ainsi que les étages de végétation fréquentés et les stratocénoses qu'elles constituent.

La rareté, pour ne pas dire d'inexistence d'études écologiques relatives aux *Chrysopinae* tient, essentiellement, à trois raisons : d'abord, parce que ce groupe d'insectes Névroptères ne suscita jamais beaucoup d'intérêt ni, par suite, beaucoup de spécialistes; ensuite parce que les auteurs se limitèrent longtemps à des recherches taxonomiques, morphologiques, géonémiques, paléontologiques ou biologiques et, dans ces vingt dernières années, économiques; enfin, parce que l'écologie, en tant que science moderne (le

SUMMARY

Some observations on autoecology and synecology of main species of Chrysopinae (Neuroptera, Planipennia) living in south-east of France, with special reference to genus *Italochrysa* PRINCIPI and *Chrysopa* LEACH.

This ecological study concerns populations dynamic of Chrysopinae originated from a mediterranean country, district of Nice, south-east of France. The purpose of the investigation reported here is dealing with appearance period of species, dependence of these flying insect communities upon vegetation (from seashore up to alpine low mountains), fluctuations in their maximum frequencies, evolution of sex ratio related to their abundance, interspecific relationships, their parasites and predators.

terme remonte à HAECKEL, 1866) ne se coordonne et ne se développe qu'à partir des années 1930, bien que les concepts fondamentaux, tels que ceux de *biocénose*, d'*autoécologie*, de *synécologie* aient été définis, juste à la fin du siècle dernier par MOBIUS et SCHROTER.

Se trouvent ici rapportées six années d'observations (1971-1976) dans les Alpes-Maritimes et le Var. J'ai tâché de les ordonner avec le plus de rigueur possible, malgré quelques difficultés d'échantillon-

nage. On voudra donc bien considérer ces recherches ainsi qu'une première approche régionale « pour servir à l'histoire des Chrysopides », défrichant un peu, ici et là, éclairant, surtout, l'immense « champ de l'ignorable », selon l'heureuse expression de J. ROSTAND.

PREMIÈRE PARTIE

ÉTAGES DE VÉGÉTATION ET BIOTOPES

9 sites principaux, répartis dans les étages méditerranéen inférieur, méditerranéen supérieur et montagnard, ont été retenus : 8 pour les Alpes-Maritimes, 1 pour le Var, ce dernier dans la région d'Agay (Fig. 1). Le calcul des pourcentages a été effectué pour 7 d'entre eux : 6 pour les Alpes-Maritimes, 1 pour le Var (ils sont affectés de signe %).

I. ETAGE MÉDITERRANÉEN INFÉRIEUR.

1) Parc départemental de Vaugrenier.

Limité au nord et à l'ouest par l'autoroute Estérel-Côte d'azur, au sud par la départementale 4 qui mène de La Brague à Biot, à l'est par la nationale 7, ce parc couvre 65 ha et n'est éloigné que de 300 m de la mer, dans sa partie la plus orientale. La végétation qui s'y développe comprend des essences variées, allant du Chêne au Pin maritime, des buissons d'Eglantier aux massifs de Chèvrefeuille, des bosquets de Cistes aux larges étendues de Scirpes.

Assez peu de *Chrysopinae* y ont été capturées (37 exemplaires). Mais, on y trouve : *Chrysopa formosa* BRAUER, *Chrysopa walkeri* MACLACHLAN, *C. septempunctata* WESMAEL, *Anisochrysa ventralis* CURTIS ssp. *prasina* BURMEISTER, *A. flavifrons* BRAUER, *A. picteti* MACLACHLAN, *Chrysoperla carnea* STEPHENS. (= *Anisochrysa* (*Chrysoperla*) *carnea* STEPH. = *Chrysopa carnea* STEPH.)

Années de prospection : 1971-1972.

2) Blausac.

Il s'agit d'un petit village situé à 15 km au nord-est de Nice. Les terrains sont des formations marno-calcaires (Priabonien supérieur), dont la végétation relève de la série du Pin d'Alep.

a) *Biotope 1* (%). Il est constitué par une petite pinède riche en Romarin (*Rosmarinus officinalis* L.), Genévrier (*Juniperus communis* L.), Genêt cendré (*Genista cinerea* D.C.) et Genêt d'Espagne (*Spartium junceum* L.). Nettement surélevé par rapport à la route et au biotope 2, le côté le plus riche en spécimens se trouve incliné ouest-est. Superficie : environ 600 m².

Les *Chrysopinae* capturées : *C. formosa* BR., *C. septempunctata* WESM., *C. dorsalis* BURMEISTER, *C. viridana* SCHNEIDER, *A. picteti* McL., *A. flavifrons* BR., *A. iberica* NAVAS, *A. genei* RAMBUR, *A. ventralis* CURT. ssp. *prasina* BURM. et ssp. *zelleri* SCHNEIDER, *Chrysoperla carnea* STEPH.

Heures de prospection : entre 10 et 14 h (2 fois par semaine).

Nombre de points prospectés dans le biotope : 6.

Durée moyenne de la prospection d'ensemble : 50 minutes.

L'itinéraire suivi, l'est toujours dans le même sens. Le calcul des pourcentages se fait à partir des différents lots confondus.

Années de prospection : 1972-1973-1974 (mais, tous les résultats statistiques se rapportent à 1973).

b) *Biotope 2* (%). C'est un pré fortement incliné, orienté sud-nord et comprenant quelques Cerisiers, un peu de Pruniers, quelques Pins et Genévriers isolés, du Genêt d'Espagne. Superficie approximative : 1 200 m².

Les *Chrysopinae* capturées : *C. formosa* BR., *C. septempunctata* WESM., *C. viridana* SCHN., *A. flavifrons* BR., *A. picteti* McL., *A. ventralis* CURT. ssp. *prasina* BURM., *A. iberica* NAV., *A. genei* RAMB., *A. clathrata* SCHNEIDER, *Cp. carnea* STEPH.

Heures de prospection, nombre de points prospectés et durée moyenne, semblables à ceux du biotope 1. Années de prospection, comme pour le biotope 1.

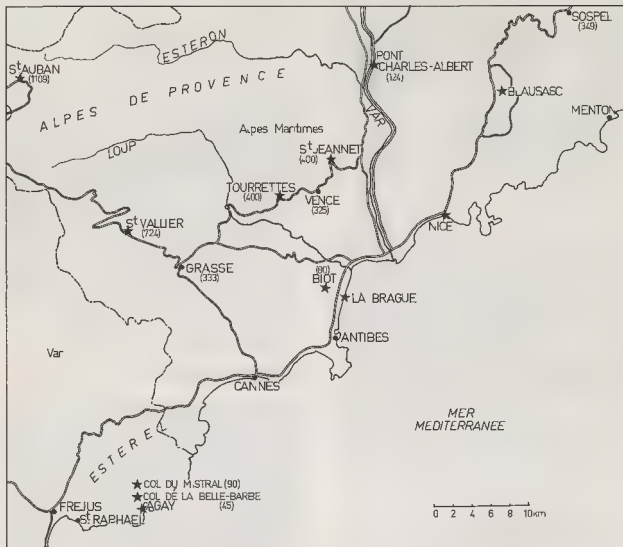


FIG. 1. — Principales stations où ont été récoltées les espèces de Chrysopinae appartenant aux genres *Italochrysa* et *Chrysopa* (région Provence - Côte-d'Azur).

Total des captures pour les deux sites de Blausasc: 981 exemplaires.

3) Nice Saint-Pancrace (%).

Localité située à 8 km de Nice-Ville et à 300 m d'altitude. Il s'agit d'un terrain en terrasses, dont une partie se trouve occupée par des cultures maraîchères

et florales et, le reste laissé à l'abandon. On y relève du Cerisier, de l'Amandier, du Genêt d'Espagne, de la Ronce, du Caroubier (*Ceratonia siliqua* L.), de la Valériane rouge (*Centranthus ruber* D.C.). Le biotope, fortement ensoleillé, est orienté plein est. Superficie approximative : 3 000 m².

Les Chrysopinae capturées (987 exemplaires) : *C. formosa* Br., *C. walkeri* McL., *C. septempunctata*

WESM., *C. viridana* SCHN., *A. flavifrons* BR., *A. picteti* McL., *A. ventralis* CURT. ssp. *prasina* BURM., ssp. *zelleri* SCHN., ssp. *benedictae* SEMERIA, *A. iberica* NAV., *A. clathrata* SCHN., *Cp. carnea* STEPH.

Heures de prospection : entre 11 et 13 h (3 fois par semaine).

Nombre de points prospectés : 10.

Durée moyenne : 60 minutes.

Années de prospection : 1974-1975.

4) Tourrettes-sur-Loup (%).

Le biotope étudié comprend les abords immédiats du chemin de Saint-Martin (quartier de l'Hermas) dans son dernier quart, qui s'élève au-dessus du village et dont la partie carrossable se termine en cul-de-sac. La végétation (beaucoup de Chêne vert et quelques arbres fruitiers) se développe sur de grandes dalles étagées de molasse burdigalienne gréseuse.

Les *Chrysopinae* capturées (391 exemplaires) : *C. formosa* BR., *C. walkeri* McL., *C. septempunctata* WESM., *A. ventralis* CURT., ssp. *prasina* BURM., ssp. *zelleri* SCHN., *A. flavifrons* BR., *A. picteti* McL., *A. clathrata* SCHN., *Cp. carnea* STEPH.

Heures de prospection : entre 16 et 19 h (tous les jours).

Nombre de points prospectés : 6.

Durée moyenne : 60 minutes.

Années de prospection : 1971-1972.

5) Saint-Jeannet.

Le champ de recherches concerne une petite portion de la nationale 210, qui relie Gattières à Vence, juste au pied du Baou de Saint-Jeannet. Cultures maraichères et arbres fruitiers (Orangers, principalement).

Les *Chrysopinae* capturées (210 exemplaires, tous à la lumière artificielle, entre 20 et 23 h) : *C. septempunctata* WESM., *A. flavifrons* BR., *A. picteti* McL., *A. ventralis* CURT ssp. *prasina* BURM., ssp.

zelleri SCHN., *Cp. carnea* STEPH., *Italochrysa italica* ROSSI.

Année de prospection : 1971.

6) Environs de Pont Charles-Albert, lieu-dit La La Robine.

A 37 km au nord de Nice, sur les bords de l'Estéron, un peu en amont de sa jonction avec le Var, un site planté de Genêt d'Espagne, de Peuplier tremble (*Populus tremula* L.), de quelques arbres fruitiers, d'Osiers et de maigres Genévriers, a été assez superficiellement fouillé. Le biotope frais et humide, se trouve largement et régulièrement balayé par le vent.

Les *Chrysopinae* capturées (35 ex.) : *C. formosa* BR., *C. abbreviata* CURTIS, *C. septempunctata* WESM., *A. ventralis* ssp. *prasina* BURM., *A. inornata* NAVAS, *Nineta vittata* WESMAEL, *Cp. carnea* STEPH.

Années de prospection : 1973 et 1975.

7) La région d'Agay (%).

A 5 km au nord-ouest d'Agay, après avoir traversé des bancs de tuf volcanique vert et rose, la route passe par deux cols : le col de Belle-Barbe (45 m d'altitude) et, deux kilomètres plus loin, celui du Mistral (90 m). Pousse en abondance le Chêne-liège (*Quercus suber* L.) avec, ici et là, du Genévrier commun, du Pin, de l'Arbousier (*Arbutus Unedo* L.). Sites très chauds, très secs, fortement ensoleillés et bien ventilés.

Les *Chrysopinae* capturées (203 ex.) : *C. formosa* BR., *C. viridana* SCHN., *C. septempunctata* WESM., *A. flavifrons* BR., *A. ventralis* ssp. *prasina* BURM., ssp. *zelleri* SCHN., *benedictae* SEM., *A. picteti* McL., *A. genei* RAMB., *A. clathrata* SCHN., *A. iberica* NAV., *A. (Cuniochrysa) baetica* HÖLZEL, *Cp. carnea* STEPH., *I. italica* ROSSI.

Heures de prospection : entre 6 et 8 h et entre 13 et 15 h (2 fois par semaine).

Nombre de points prospectés : 6.

Durée moyenne : 2 heures.

Années de prospection : 1975-1976.

II. ETAGE MÉDITERRANÉEN SUPÉRIEUR.

8) Saint-Vallier-de-Thiery.

Localité distante de 12 km de Grasse, sur la route Napoléon, à 750 m d'altitude, dans la série méditerranéenne du Chêne pubescent. Les prises ont été faites en bordure de la nationale, un peu avant l'agglomération proprement dite, dans des bois de Chênes.

Les *Chrysopinae* capturées (11 ex.) : *A. ventralis* ssp. *prasina* BURM. et une variété de cette dernière *mariana* NAVAS, *A. flavifrons* BR., *Cp. carnea* STEPH.

Année de prospection : 1974.

III. ETAGE MONTAGNARD.

9) Saint-Auban (%).

Situé à 97 km au nord-ouest de Nice. Le village s'élève à 1 109 m d'altitude, mais le biotope prospecté ne dépasse par 1 000 m. Il est bordé, sur un de ces côtés, par une petite rivière à truites, La Faye, qui rejoint l'Estéron quelques centaines de mètres en aval. Il s'agit d'un pré, dont la superficie n'excède point 1 500 m² et qui se trouve délimité par des massifs d'Osiers, quelques Peupliers tremble, quelques Noisetiers, des Aubépines. A proximité se développent des bois de Pins sylvestres (*Pinus sylvestris* L.). Sa plus grande longueur est orientée dans le sens de La Faye, nord-ouest, sud-est.

Les conditions climatologiques en 1971 et 1972

a) Année 1971.

Juillet : précipitations, 41,7 mm. Nombre d'orages, 3. Moyenne des températures maximales, 23°,4. Moyenne des températures minimales, 10°,4. Insolation, 277 heures.

AOÛT : précipitations, 8,4 mm. Nombre d'orages 2. Moyenne des températures maximales, 25°,5. Moyenne des températures minimales, 11°,9. Insolation, 288 heures.

Indice d'aridité. Il est exprimé, pour un mois, par :

$$Im = 12 P / (T + 10)$$

où P représente les précipitations en mm et T la température moyenne. Si $Im < 10$, c'est l'indication d'un mois très sec.

Im > 20 < 30, humide; > 30, très humide.

Pour juillet, cet indice est de 18,60; pour août de 3,51.

b) Année 1972.

Juillet : précipitations, 106,3 mm. Nombre d'orages 12. Moyenne des températures maximales, 21°,8; moyenne des températures minimales, 9°,4. Insolation, 259 heures. Im = 49,82.

AOÛT : précipitations, 80,4 mm. Nombre d'orages 3. Moyenne des températures maximales, 20°,8; moyenne des températures minimales, 8°,4. Insolation, 255 heures. Im = 39,2.

Les précipitations de 1972 ont été beaucoup plus abondantes qu'en 1971 : 65 mm de plus en juillet (écart à la normale + 58 mm), 72 mm de plus en août. Davantage d'orages aussi pour ces deux mois (et forte chute de grêle, le 19 juillet, en début d'après-midi). Températures plus faibles. Quant à l'ensoleillement, pour juillet, c'est le plus faible de ces vingt dernières années; pour août, déficit de 10 % par rapport à la normale (Renseignements communiqués par le Centre Météorologique principal de l'Aéroport de Nice-Côte d'azur, et observations personnelles).

Les *Chrysopinae* capturées (2088 ex.) : *C. perla* L., *C. septempunctata* WESM., *C. dorsalis* BURM., *C. viridana* SCHN., *C. formosa* BR., *C. nigricostata* BRAUER, *A. ventralis* ssp. *prasina* BURM., ssp. *zelleri* SCHN., *A. flavifrons* BR., *A. clathrata* SCHN., *A. (Cunctochrysa) albolineata* KILLINGTON, *Cp. carnea* STEPH., *Nineta vittata* WESM., *N. pallida* SCHNEIDER.

Heures de prospections : entre 19 et 20 h 30 (tous les soirs).

Nombre de points prospectés : 5.

Durée moyenne : 60 minutes.

Années de prospection : 1971-1972-1973-1974.

Technique de chasse. Les branches des arbres jusqu'à 3-4 m de hauteur, les fourrés, les taillis sont battus, avec suffisamment d'insistance, pour que tous les spécimens s'envolent (contrairement aux Hémérobes, les Chrysopes se laissent rarement tomber). Elles sont capturées au vol, à l'aide du classique filet à papillons (diamètre du cercle, 30 cm), puis introduites, individuellement, dans des tubes de verre bouchés liège de 70 mm × 15 mm, ou plus grands (70 mm × 20 mm), lorsqu'il s'agit d'espèces du genre *Nineta* ou du genre *Italo-chrysa*. Les exemplaires numérotés sont conservés, sans autre préparation, jusqu'au terme de leur existence. Ce procédé permet de ne pas capturer deux fois le même sujet et de recueillir d'éventuels parasites, comme la larve de *Chrysophthorus chrysopimuginis* Goid. La méthode du marquage n'a donc pas été utilisée, faute de moyens suffisants. Mais, elle devrait fournir, dans les années qui viennent, des résultats plus fiables, une vue plus complète et plus ample de la dynamique des populations de *Chrysopinae*.

DEUXIÈME PARTIE

ÉCOLOGIE DES PRINCIPALES ESPÈCES

Genre *Italo-chrysa* PRINCIPI (Fig. 2)

Italo-chrysa italica ROSSI

Données générales.

Assez peu commune, on la trouve, cependant, bien représentée dans certains sites. En 1975, aux cols de Belle-barbe et du Mistral, elle constitue, entre le 25 juin et le 8 août 9,2 % des prises (15 ex. sur 139 captures); en 1976, dans les mêmes biotopes, entre le 4 juillet et le 2 août, 15,3 % (14 ex./91). Elle appartient plutôt à la strate arborescente. Les essences les plus fréquentées sont le Chêne-vert et le Chêne-liège, où elle peuple les branches basses et moyennes, juste un peu avant et après le lever du soleil. Elle répugne à de longs vols et si elle ne revient pas à son point de départ ou à proximité, elle

va se poser quelques mètres plus loin, où il est facile de la ramasser. Apparemment, dans le courant de la journée, elle fréquente, surtout, les branches hautes.

La femelle pond très près des nids de *Crematogaster scutellaris* OLIVIER, fourmi de 3 à 5 mm de longueur, à corps noir-luisant et tête rouge caractéristique, fort commune dans l'Estérel sur Chêne-liège, dont elle crible l'écorce de trous (F. BERNARD, communication personnelle). Il semblerait qu'*I. italica* ROSSI pénètre, à l'état larvaire, à l'intérieur des nids et qu'elle s'y nourrisse d'œufs, de larves, de nymphes de l'Hyménoptère (PRINCIPI, 1946). Il s'agit, donc, d'une Chrysopine Myrmécophile (PRINCIPI, 1946). Il s'agit, donc, soit au groupe des synectres, soit à celui des synocètes.

Pour son apparition dans le temps, assez probablement, a-t-elle lieu au début du mois de juillet (première capture en 1975, le 8 juillet). PRINCIPI (1946) indique fin juin et début juillet pour l'Italie.

Sex ratio.

Pour la période globale du 25 juin au 8 août 1975, le sex ratio, ou rapport des sexes ($SR = N \text{ } \sigma / N \text{ } \varphi$) est de 1,14. Pour la période du 4 juillet au 2 août 1976, $SR = 0,75$.

Les parasites de *I. italica* ROSSI.

PRINCIPI (1948) indique le Chalcidien *Trichogramma evanescens* WESTW., comme parasite des œufs. Bien que je ne l'ai jamais observé, les imagos sont peut-être l'hôte de *Chrysophthorus chrysopimuginis* Goid. Par sa larve et son cocon, *I. italica* ROSSI se rapproche assez, en effet, des espèces du genre *Anisochrysa* qui sont, fréquemment, infestées par ce Braconide.

Un prédateur occasionnel d'*I. italica*.

Au col du Mistral, début juillet 1976, le hasard me permit d'observer la capture d'une *italica*, en plein vol, par un représentant de la famille des

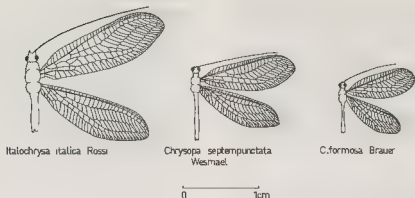


FIG. 2. — Nervation alaire de quelques espèces de Chrysopinae peuplant la région Provence - Côte d'Azur.

Asilidae. L'attaque du Diptère fut rapide. Je réussis, néanmoins, à me saisir du prédateur et de sa proie. Celle-ci, de sexe mâle, brunit assez vite et l'examen à la loupe laissa voir que la partie droite du métathorax se trouvait largement et profondément entamée, ainsi que la membrane intersegmentaire, entre le 2^e et le 3^e sternite abdominal. A première vue, les *Asilidae* ne sauraient faire partie des prédateurs habituels des *Chrysopinae* qui entrent en activité plutôt au crépuscule ou à la nuit tombée. Toutefois, ils pourraient constituer un facteur limitant, plus ou moins potentiel, des imagos de cette sous-famille. En effet, les *Chrysopinae* s'envolent facilement en plein jour, lorsque leur support se trouve ébranlé, ou pour quelque autre raison. D'autre part, il n'est pas exclu, qu'à certaines périodes de la journée, elles se déplacent verticalement ou horizontalement, à la suite de variations de température, d'éclairement, d'humidité ou de ventilation, ce qui les désignerait (surtout *italica*, de par sa forte taille) à l'attention des rapides *Asilidae*.

Aperçu synthétique sur l'écologie de *I. italica* Rossi.

Espèce plutôt xérophile, propre à l'étage méditerranéen, elle vole de fin juin à septembre (une capture vers la mi-septembre à Saint-Jeannet) et

présente une génération annuelle. Elle hiberne à l'état larvaire (PRINCIPI, 1946).

Sa localisation étroite dans l'espace vient du fait qu'elle se trouve subordonnée, pour son développement, à la fourmi *Crematogaster scutellaris* OLIV., laquelle exploite, outre le Chêne-liège, l'Olivier et le Châtaignier. Il serait fort intéressant de déterminer le degré de dépendance de *italica* à l'égard de *C. scutellaris* OLIV. et de chercher si, éventuellement, elle s'attache à d'autres espèces de ce genre ou de genres voisins.

Enfin, comme beaucoup de *Chrysopinae*, *italica* vient assez facilement à la lumière artificielle (Saint-Jeannet, 1971).

Répartition géographique européenne et circum-méditerranéenne.

PRINCIPI (1946) la donne pour l'Italie, des environs de Senigallia (assez fréquente), de la vallée de Bisenzio (Toscane), des environs de Florence (commune), des Apennins (plus rare) et des collines des environs de Bologne. Pour la France, je la connais des Alpes-Maritimes (Saint-Jeannet, Pont Charles-Albert) et, surtout, du Massif de l'Estérel (Var). On l'a signalée (BERLAND, 1962) de Marseille, Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône), de Saint-André (Hé-

rault) et de Vizzavona (Corse). HÖLZEL et OHM (1972), de leur côté, la rapportent du Portugal et d'Espagne.

Il s'agit, selon toute vraisemblance, d'une espèce circum-méditerranéenne (d'après F. BERNARD, elle devrait exister en Algérie et au Maroc, où *C. scutellaris* est encore plus commune que dans le Midi (Communication personnelle) qui doit occuper tout le sud de la France, mais de façon irrégulière.

Genre *Chrysopa* LEACH (Fig. 2)

1) *Chrysopa perla* L.

Données générales.

Sur la foi de nombreux auteurs, *C. perla* L. serait une espèce des plus communes. A la vérité, sa valeur écologique paraît assez faible.

Dans les Alpes-Maritimes, sa présence n'a jamais été relevée que dans l'étage montagnard : vers le plateau de Caussols (au-dessus de Saint-Vallier-de-Thiery) et à Saint-Auban. Mais même pour ces localités, elle ne se montre guère abondante.

En ce qui concerne Saint-Auban, elle constitue en 1971, entre le 8 et le 14 août, 1,3 % de la population totale (2 ex. sur 146 captures); c'est d'ailleurs, la seule fois où elle apparaît pour cette période du 25 juillet au 21 août. En 1972, on trouve les fréquences d'occurrence relatives et les fréquences d'occurrence absolues suivantes :

		n	N
Du 4 au 10 juillet	3,1 %	3	97
Du 18 au 24 juillet	3,1 %	4	130
Du 25 au 31 juillet	0,50 %	1	172

(où *n* représente le nombre de *C. perla* et *N* le nombre total des prises hebdomadaires de *Chrysopinae*).

Ces quelques chiffres montrent assez que sa fréquence demeure toujours très faible et qu'elle

semble prospérer, plutôt, dans le courant de juillet (aucune récolte en août, sauf en 1971). Pour le biotope de Saint-Auban, elle a toujours été capturée en bordure de cours d'eau (La Faye, l'Estéron), ce qui coïncide avec les observations de LACROIX (1921). Sa discrétion extrême, en 1971, peut s'expliquer par le très bas indice d'aridité (18,60 et 3,51).

Vers le plateau de Caussols, à 3,5 km après le col de Ferrier (1 041 m), j'ai trouvé le 24 juin 1974, dans une clairière bordée d'Aubépines, entre 7 et 8 h du matin, 8 individus, 6 mâles et 2 femelles.

Sex ratio.

Les observations de CANARD (1973 a) en laboratoire montrent que, pour la génération de printemps, les mâles apparaissent les premiers et que le SR est alors supérieur à 1 pendant 4 semaines, environ. Ensuite, il tourne à l'avantage des femelles et demeure (à partir de la 6^e semaine) constamment inférieur à 1. C'est un fait général pour toute la sous-famille des *Chrysopinae*, avec quelques exceptions, néanmoins, sur lesquelles nous reviendrons. VANNIER (1961) confirme ces résultats, partiellement, dans la nature (voir aussi SÉMÉRIA, 1972) : en mai 1960, il observe une « véritable nuée » de *C. perla* et sur 77 individus capturés, relève 65 mâles pour 12 femelles, soit un SR de 5,4.

En ce qui concerne son apparition dans la saison, selon CANARD (1973 a, b), dans la région de Toulouse, elle représente la forme la plus précoce : première génération, à partir du 21 avril; deuxième génération, à partir du 20 juin; troisième génération à partir du 2 août; dernière génération, enfin, dès le 18 septembre. On retrouve cette précocité dans l'ouest de la France. En effet, LACROIX (1921) écrit : « C'est une des premières *Chrysopes*, peut-être la première... ». Si *C. perla* présente un rythme semblable dans les Alpes-Maritimes, les individus du plateau de Caussols appartiendraient au début de la deuxième génération, ce que viendrait assurer l'abondance des mâles. Pour Saint-Auban, s'il s'agit bien en août de la troisième génération, le fait que *perla* soit faiblement exprimée, s'expliquerait (outre, par

les conditions climatologiques), par un pourcentage élevé de cocons en diapause. CANARD (1973 a) indique que 99 % des cocons de cette troisième génération entrent en diapause.

Il reste à comprendre pourquoi cette espèce commune dans la région de Toulouse et dans l'Ouest, n'occupe pas l'étage méditerranéen des Alpes-Maritimes. Sans doute, pourrait-on invoquer une incompatibilité totale avec une ou plusieurs autres espèces, par exemple, avec *C. walkeri*. Mais, cette dernière forme coexiste avec *perla* dans la région de Toulouse (CANARD, 1973 b) et dans l'ouest. L'absence de *perla* sur le littoral et dans les régions moyennes (étage méditerranéen supérieur) du sud-est demeure, donc, pour l'instant, peu claire. Les biotopes humides et frais, comme il n'en manque pas sur la Côte (lieu-dit La Robine, par exemple) ne paraissent pas suffire à son expansion optimale. Et pourtant LACROIX (1921) notait : « ... on peut le (cet insecte) voir et le prendre en abondance dans les marais et leurs voisinages immédiats et aussi dans les arbustes et buissons le long des ruisseaux ».

Micro-migrations.

Beaucoup d'insectes migrent d'un milieu à l'autre sur des distances, parfois considérables; certains papillons effectuent de véritables périples par-dessus les océans. Quelques auteurs prétendent que les Chrysopes sont « les grands vagabonds de la nuit ». Toutefois, une telle considération ne donne aucun ordre de grandeur. Il se trouve, qu'en 1973, un lâcher de *Chrysopa perla* L. (souche toulousaine) fut réalisé en serres, dans le domaine de l'I.N.R.A. d'Antibes) à Valbonne (Alpes-Maritimes). Quelques jours plus tard (moins d'une semaine), un exemplaire femelle fut trouvé à Nice Saint-Pancrace, situé à 19 kilomètres à vol d'oiseau. Quand on sait que le vol des *Chrysopinae* est très lent (0,2 m/s, 720 m/h) et que les déplacements se font mal en ligne droite, l'exploit n'est pas mince (d'autres lâchers de *perla*, en serres, furent faits dans la vallée du Var même, en 1973, également, vers la même époque. Si le specimen, ici cité en provient, cela réduirait de

beaucoup le trajet jusqu'à Nice Saint-Pancrace — LYON, communication personnelle). Il n'est donc pas impossible que certains individus parcourent, au hasard des vents, plusieurs dizaines de kilomètres en un mois. De nouvelles recherches sur ce sujet deviennent souhaitables, en utilisant la technique du marquage.

Aperçu synthétique sur l'écologie de *C. perla* L.

Espèce sténotherme à hygrophilie préférentielle, elle peuple, principalement, pour le sud-est de la France, l'étage montagnard. La comparaison entre le biotope de Saint-Auban et celui des environs du plateau de Caussols, conduit à supposer qu'elle craint un excès de sécheresse et qu'elle se développe mieux lorsque l'indice d'aridité est moyen ou fort. Le site des environs de Caussols autorise à compléter son profil écologique : outre les milieux très humides et très ventilés, elle se plaît, également, en des endroits moins humides et moins ventilés, mais toujours frais et ombragés. Enfin, on ne doit pas lui refuser la possibilité de migrer sur des distances plus ou moins importantes.

Répartition géographique européenne et circum-méditerranéenne.

Pour la France, elle existe dans la région de Toulouse (CANARD, 1973 a, b). BERLAND (1972) se contente de la donner pour tout le territoire national. LACROIX (1921) la connaît de l'Oise, de la Seine-Inférieure, des Deux-Sèvres, de la Vienne, de la Vendée, de la Creuse, de Charente-Inférieure, du Rhône, de la Gironde, de la Dordogne, de la Haute-Garonne, des Basses-Pyrénées, des Hautes-Pyrénées, des Pyrénées-Orientales (voir aussi HÖLZEL et OHM, 1972). VANNIER (1961) la rapporte de la région de Thionville (Lorraine). A ces départements, il faut y ajouter celui des Alpes-Maritimes (SEMERIA, 1973). Selon KILLINGTON (1937), elle est répandue dans toute l'Europe, de l'Espagne à la Russie méridionale et à la Scandinavie, de la Finlande à la Sibérie : « It is one of the commonest species in England but

has yet to be discovered in Scotland ». PICTET (1865) n'en dit rien dans son « Synopsis des Névroptères d'Espagne ». HÜLZEL et OHM (1972), par contre, en relèvent la présence dans la province de Gérone, à 1 600 m d'altitude, et en font une espèce principalement européenne et centre-anatolienne. KIS (1970) la signale, naturellement de Roumanie, et la considère comme un élément eurosibérien; il précise, par ailleurs, que dans la région méditerranéenne, elle se limite plutôt aux montagnes.

Cette répartition géographique de *C. perla* corrobore son écologie, telle qu'elle se trouve, ici, dégagée : elle préfère nettement, dans l'ensemble, un climat proprement océanique et continental ou semi-continental à un climat de type méditerranéen. On ne doit donc pas s'attendre à la découvrir en Afrique du nord ni dans aucun de la majorité des pays du bassin méditerranéen.

2) *Chrysopa walkeri* MACLACHLAN

Données générales.

Cette espèce appartient, exclusivement, à l'étage méditerranéen, aux biotopes chauds, aérés et bien exposés au soleil. Elle a été trouvée, pour les Alpes-Maritimes, au parc départemental de Vaugrenier, à Tourrettes-sur-Loup et à Nice Saint-Pancrace. C'est dans cette localité, surtout, qu'elle s'épanouit. Pour 1974, du 1^{er} juin au 2 août, son évolution démographique se fait de la manière suivante :

(Fréquence d'occurrence relative moyenne (F.O.R.M.) : 3,1 %).

		n	N
1.6/14.6	2,7 %	2	73
15.6/21.6	2,8 %	2	71
22.6/28.6	non relevé	—	—
29.6/ 5.7	3,4 %	1	29
6.7/12.7	9,3 %	4	43
13.7/19.7	2,08 %	1	48
20.7/26.7	1,4 %	1	67
27.7/ 2.8	5,7 %	2	35

Par son pourcentage, elle se situe, cette année-là, comme une forme peu commune. Toutefois, elle demeure présente jusqu'à la fin août. Par ailleurs, les observations de 1975 montrent que cette faible fréquence n'est nullement caractéristique de l'espèce et qu'elle peut constituer jusqu'au quart des captures hebdomadaires et plus. Ainsi, du 4 mai au 14 juin, on note :

		n	N
4.5/10.5	4,7 %	1	21
11.5/17.5	1.7 %	1	57
18.5/24.5	16.6 %	10	60
25.5/31.5	29.5 %	29	98
1.6/14.6	22,09 %	19	86
F.O.R.M =	18 %	Σn = 60	ΣN = 322

Pour la région toulousaine, CANARD (1973 b) donne entre 5 et 10 % Par opposition à *C. perla* on la qualifiera d'espèce sténotherme à xérophilie exclusive et à valence écologique faible. De fait, elle reste étroitement localisée.

Protocoopération.

Une particularité importante doit être signalée : *C. walkeri* McL. se trouve toujours associée à *C. formosa* BR. Sans en faire une règle absolue, on peut poser que tout biotope fréquenté par la première espèce, l'est également par la seconde et que *walkeri* dénonce *formosa*, l'inverse n'étant pas vrai. Certains milieux comprenant *formosa* en abondance ne révèlent aucune *walkeri*. Il semblerait donc que celle-ci ne se développe qu'en présence de celle-là. Ces deux formes cohabitent au niveau de la strate arbustive (Genêt d'Espagne) et de la strate herbacée (Valériane rouge). Ainsi, ou bien leurs besoins ne coïncident pas, malgré des modes de vie apparemment similaires, ce qui éviterait la concurrence (toutes deux, cependant, se nourrissent du puceron bleu-noir du Genêt d'Espagne *Aphis cracssae*), ou bien elles forment une association, non indispensable, mais avantageuse pour les deux. C'est, pour cette

dernière éventualité, que j'inclinerais plus volontiers : la protocoopération (DAJOZ, 1971); et ceci, d'autant plus, qu'on observe une nette relation entre les pourcentages de *C. walkeri* et de *C. formosa*, à Nice Saint-Pancrace, en 1974 et en 1975. Pour la première, en effet, la fréquence d'occurrence relative moyenne du 1^{er} juin au 2 août 1974 est de 3,1 %, du 4 mai au 14 juin 1975, de 18 %; pour la seconde, la fréquence d'occurrence relative moyenne, du 1^{er} juin au 26 juillet 1974 est de 13,4 %, du 11 mai au 14 juin 1975, de 31,8 %.

C. walkeri apparaît tôt dans la saison. Un exemplaire femelle fut pris un 2 mai (1972) et l'on peut estimer que les premières imagines de l'année se produisent dans la dernière semaine d'avril et la première semaine de mai (pour Nice Saint-Pancrace, malgré des recherches suivies, le premier spécimen ne fut relevé qu'un 8 mai).

Sex ratio.

Nice Saint-Pancrace donne, pour la période du 18 mai au 14 juin :

18 5/24.5	1,50
25 5/31.5	0,80
1.6/ 7.6	1,33
8 6/14.6	1
SR moyen =	1,15

En considérant que *walkeri* se manifeste dès la première semaine de mai, on constate que le SR demeure supérieur à 1 jusque dans la première semaine de juin (exception faite, pour la période du 25 au 31 mai), qu'il s'équilibre dans la 6^e semaine et que ce n'est que dans la 7^e, vraisemblablement, qu'il descend en-dessous de 1. En prenant *perla* pour référence, ce léger retard dans la prédominance des femelles semble peu significatif. Cependant, des observations ultérieures, relatives à des espèces voisines, montreront qu'il ne s'agit peut-être pas d'un simple retard imputable à quelques conditions purement actuelles (climatologiques, par exemple).

Aperçu synthétique sur l'écologie de *C. walkeri* McL.

Espèce peu répandue et propre à l'étage méditerranéen des Alpes-Maritimes, elle se trouve *toujours* associée à *C. formosa* BR., au niveau de la strate herbacée et de la strate arbustive. Les deux formes constituent une protocoopération. Elle fréquente des biotopes très éclairés, secs et ventilés. Ses plantes hôtes habituelles sont la Valériane rouge, le Genêt d'Espagne, le Garoubier, le Prunier épineux et, parfois, mais rarement, le Cerisier (Tourrettes-sur-Loup). Paraissant tôt dans la saison, elle persiste jusqu'en septembre. Le rythme de son évolution larvaire et le temps s'écoulant de l'œuf à l'œuf, sont à peu près comparables à ceux de *C. perla* et de *C. formosa*. Elle présente, certainement, trois générations plus une (cette dernière constituée par les pré-nymphes hivernantes).

Répartition géographique européenne et circum-méditerranéenne.

Pour la France, outre les Alpes-Maritimes (SÉMÉRIA, 1973), il faut citer les Pyrénées-Orientales, d'où elle fut décrite (MACLACHLAN, 1893), l'Ouest (LACROIX, 1921) et la région toulousaine (CANARD, 1973 b). HÖLZEL et OHM (1972) la signale du Liban, de l'ouest et du centre de l'Europe, MEINANDER (1962) de Finlande, STEINMANN (1964) de Hongrie et de Mongolie (1965). KIS (1970) de Roumanie, d'Espagne et de la péninsule balkanique. KILLINGTON (1937) n'en parle pas.

D'après son écologie, elle devrait exister tout autour de la Méditerranée et, le fait qu'on la trouve au Moyen-Orient, dans le sud de la France et en Espagne (sa présence en Italie paraît inévitable) l'impliquerait. Il serait fort intéressant d'avoir d'autres renseignements sur l'écologie de *walkeri* dans d'autres pays et de savoir si l'association qu'elle forme avec *formosa* se répète, ou si elle est propre à certains milieux et à certaines conditions climatiques.

3) *Chrysopa dorsalis* BURMEISTER

Il s'agit d'une espèce rare trouvée en deux localités, seulement, des Alpes-Maritimes : à Saint-Auban, en 1971, entre le 8 et le 14 août (0,6 % : 1 ex/146) et, en 1972, entre le 25 et le 31 juillet (0,5 % : 1 ex/172), principalement sur Pin sylvestre ; à Blausasc, en 1973, dans le biotope 1 : 1,3 % (1 ex/73), pour la première quinzaine de juin, 4,1 % (1 ex/24) pour la première quinzaine de juillet, et 3,50 % (2 ex/57) pour la seconde quinzaine. *C. dorsalis* BURM se trouvait dans 12,50 % des relevés (entre le 1^{er} mai et le 1^{er} octobre), sa fréquence moyenne atteignant 0,8 % (SÉMÉRIA, 1974 b).

Présente dans l'étage montagnard et dans l'étage méditerranéen, elle paraît spécialement inféodée aux Conifères et subordonnée à des biotopes à végétation dense. On peut la considérer comme une espèce eurytherme et sténotope avec, vraisemblablement, une xérophilie préférentielle.

Répartition géographique européenne et circum-méditerranéenne.

Pour la France, on la connaît des Deux-Sèvres (LACROIX, 1913), de Charente-Inférieure (LACROIX, 1915) et des Alpes-Maritimes (SÉMÉRIA, 1973). Mais, elle doit peupler d'autres régions boisées des Alpes, des Pyrénées, du Massif central. KILLINGTON (1937) l'indique du centre et du nord de l'Europe, ainsi que de l'Angleterre, pour laquelle il ne la connaît que de cinq localités. KIS (1970) la donne de Roumanie et insiste sur sa rareté. STEINMANN (1964) de Hongrie dans des bois de Conifères. HÖLZEL et OHM (1972) ne la mentionnent pas dans leur revue des Chrysopides de la péninsule ibérique.

Chrysopa dorsalis BURM doit être considérée comme une espèce essentiellement européenne.

4) *Chrysopa septempunctata* WESMAEL

Données générales.

Cette espèce représente l'une des plus grandes *Chrysopinae* de France. Elle peuple l'étage monta-

gnard aussi bien que le méditerranéen et fréquente le Cerisier aussi bien que le Peuplier tremble, le Chêne-vert ou le Chêne-liège. On peut l'estimer comme une forme commune, parfois très abondante. Elle a été trouvée à Blausasc, à Nice Saint-Pancrace, à Tourrettes-sur-Loup, à Saint-André-de-Nice (La Colle), à Saint-Auban et, pour le Var, dans le Massif de l'Estérel.

A. L'étage méditerranéen inférieur.

1) *Blausasc, biotope 1.* On la découvre dans 6,25 % des relevés, avec une fréquence d'occurrence relative moyenne de 0,6 %, entre le 1^{er} mai et le 1^{er} octobre (SÉMÉRIA, 1974 b).

Biotope 2. Elle apparaît dans 46,66 % des relevés, avec une fréquence d'occurrence relative moyenne de 25,5 %. D'une manière plus précise, de la première quinzaine de juin à la première quinzaine de septembre, on obtient (SÉMÉRIA, 1974 b) :

		n	N
1 ^{ère} quinzaine de juin	33,3 %	5	15
2 ^e quinzaine	24 %	6	25
1 ^{ère} quinzaine de juillet	4,1 %	1	24
2 ^e quinzaine		non relevée	
1 ^{ère} quinzaine d'août	38,4 %	5	13
2 ^e quinzaine	31,8 %	21	66
1 ^{ère} quinzaine de septembre	23,6 %	17	72
F.O.R.M. =	25,5 %	Σn = 55	ΣN = 215

Pour l'étage méditerranéen inférieur, *C. septempunctata* WESM. peut représenter, à travers son expression optimale, jusqu'à plus du tiers de la population d'un biotope donné (par exemple, 1^{er} quinzaine de juin, 1^{er} quinzaine d'août). Par ailleurs, elle n'occupe que tout à fait accidentellement les niches fermées et très chaudes. Sa présence dans le biotope 1 ne peut s'expliquer que par le fait qu'il jouxte le biotope 2 et que, quelques individus y sont, par le hasard des vents, entraînés.

2) *Nice Saint-Pancrace.* a) 1974. Entre le 15 juin et le 16 août, les fréquences hebdomadaires s'établissent ainsi :

		n	N
15.6/21.6	12,6 %	9	71
22.6/28.6	13,2 %	9	68
29.6/ 5.7	10,3 %	3	29
6.7/12.7		non relevé	
13.7/19.7	4,1 %	2	48
20.7/26.7	11,9 %	8	67
27.7/ 2.8	20 %	7	35
3.8/ 9.8	15,6 %	5	32
10.8/16.8	12,5 %	2	16
F.O.R.M =	11 %	Σn = 45	ΣN = 409

b) 1975.

		n	N
18.5/24.5	10 %	6	60
25.5/31.5	13,2 %	13	98
1 ^{ère} quinzaine de juin	4,6 %	4	86
F.O.R.M =	9,4 %	Σn = 23	ΣN = 244

Son abondance, ici, est relativement faible et varie peu d'une année à l'autre (pour ces deux années, en tout cas).

B. L'étage montagnard : Saint-Auban.

Aucune capture n'a été faite, en 1974, entre le 1^{er} et le 21 août.

Les pourcentages ci-dessus montrent que, si elle est bien présente en montagne, *septempunctata* Wesm. ne dépasse jamais ou très exceptionnellement, 3 % pour les mois de juillet et d'août. On doit donc lui attribuer une xérophilie préférentielle.

En ce qui concerne son apparition dans la saison, le premier spécimen capturé à Tourrettes-sur-Loup, en 1972, date du 9 mai (1 mâle); à Blausasc 2, du 1^{er} juin (1 femelle); à Nice Saint-Pancrace 1975, du 8 mai (1 mâle). Selon toute vraisemblance, *C. septempunctata* apparaît dans le courant de la première semaine de mai, pour l'étage méditerranéen inférieur.

Sex ratio.

Pour le biotope 2 de Blausasc, le sex ratio moyen, de mai à octobre, est de 0,89. Cependant, pour Nice Saint-Pancrace 1974, le calcul hebdomadaire du 15 juin au 9 août, donne :

15.6/21.6	0,28
22.6/28.6	2
29.6/ 5.7	3
6.7/12.7	non relevé
13.7/19.7	2
20.7/26.7	1
27.7/ 2.8	1,33
3.8/ 9.8	1,5
SR moyen =	1,58

Ce sex ratio constamment supérieur à 1, entre le 21 juin et le 9 août (exception faite pour la semaine du 20 au 26 juillet), ne laisse pas que de surprendre. En pleine saison et contrairement à ce qui se passe avec *C. perla* L., les femelles apparaissent comme sensiblement moins nombreuses que les mâles. Les observations dans ce site, ne couvrant que deux années, on ne peut en déterminer (ni même approcher) la raison. Mais ce que suggérerait *walkeri*

1972				1973		
		n	N		n	N
4.7/10.7	2,06 %	2	97			
11.7/17.7	1,8 %	2	109			
18.7/24.7	0,7 %	1	130			
25.7/31.7	1,1 %	2	172			
1.8/ 7.8				0,9 %	1	101
8.8/14.8				1,2 %	1	79
F.O.R.M =	1,3 %	Σn = 7	ΣN = 508	F.O.R.M =	1,1 %	Σn = 2 ΣN = 180

prend tournure plus nette : certaines années, les mâles sont en permanence plus abondants que les femelles.

Les parasites de C. septempunctata WESM.

PRINCIPI (1940 et 1948) cite un Hyménoptère *Scelionidae*, *Telenomus acrobates* GIARD, parasite des œufs; un Hyménoptère *Proctotrypidae*, *Helorus rugosus* THOMS., parasite des larves, ainsi que *Helorus coruscus* HALID., parasite de la nymphe. PRINCIPI ne cite aucun cas de parasitose des imago et, personnellement, je n'en ai jamais rencontré.

Aperçu synthétique sur l'écologie et le cycle évolutif de C. septempunctata WESM.

Espèce assez commune, elle fréquente la strate arbustive et on la trouve sur les arbres à feuilles caduques, principalement, les essences fruitières. Quoique peuplant tous les étages de végétation (l'étage alpin n'a pas été prospecté), elle préfère l'étage méditerranéen et les biotopes aérés, bien exposés au soleil, indifféremment secs ou frais, ou même humides. De ce fait, on la qualifiera d'espèce eurytherme, eurytope à xérophilie préférentielle.

Son cycle évolutif est rapide, assez proche de ceux de *C. perla*, *C. walkeri* et *C. formosa*. En juin, entre la ponte et l'éclosion, il s'écoule entre 3 et 6 jours (moyenne : 4,5 j); de l'éclosion à la première mue, entre 2 et 4 jours (moyenne : 3 j); entre la première et la seconde mue, 3 à 4 jours (moyenne : 3,5 j); entre la seconde mue et la confection du cocon, entre 4 et 8 jours (moyenne : 6 j); de la confection du cocon à l'imaginose, entre 12 et 15 jours (moyenne : 13,5 j). Si l'on considère que les premières pontes surviennent 4 à 6 jours après l'imaginose, le cycle complet de l'œuf à l'œuf, couvre, en moyenne 35,5 j (*C. perla*, 34 jours, observations personnelles).

Répartition géographique européenne et circum-méditerranéenne.

Pour la France, on la trouve dans les Alpes-Maritimes (SÉMÉRIA, 1972) dans le Var (SÉMÉRIA,

sous presse), dans la région toulousaine (CANARD, 1973 b), en Charente-Inférieure (LACROIX, 1915 a), dans les Pyrénées-Orientales (HÖLZEL et OHM, 1972), en Bourgogne (GENAY, 1953), en Lorraine (VANNIER, 1960). Comme l'indique BERLAND (1962) elle doit occuper tout le territoire, mais sa répartition précise reste mal connue. KILLINGTON (1937) la donne de toute l'Europe, de l'Espagne à la Scandinavie et à la Finlande; il la signale comme largement répandue en Angleterre et au Pays de Galles; par contre : «... the species appears to be unknown both in Scotland and Ireland». HÖLZEL et OHM la relèvent d'Espagne et du Portugal. Elle serait présente en Afrique du nord (BERLAND, 1962). STEINMANN (1964) en fait une espèce commune en Hongrie et Kis (1970) en Roumanie. Pour ce dernier auteur, il s'agit d'une forme holopaléarctique, répandue en Europe, en Afrique du nord et en Asie paléarctique. *C. septempunctata* représente bien l'une des *Chrysopinae* les mieux adaptées qui soit. Son écologie le laissait prévoir.

5) *Chrysopa formosa* BRAUER

Données générales.

Comme *C. septempunctata* WESM., *C. formosa* BR. hante les étages méditerranéen et montagnard. On la trouve, parfois, sur des arbres fruitiers, mais surtout sur les plantes basses, telles que la Valériane rouge et le Genêt d'Espagne. Tous les biotopes prospectés l'ont fournie.

A. L'étage méditerranéen inférieur.

1) *Blausasc, biotope 1* (1^{er} mai, 1^{er} octobre). Elle apparaît dans 3,12 % des relevés et sa fréquence d'occurrence relative moyenne est de 0,4 % (SÉMÉRIA, 1974 b).

Biotope 2 (1^{er} mai, 1^{er} octobre). Elle est présente dans 26,66 % des relevés avec une fréquence d'occurrence relative moyenne de 8,1 % (SÉMÉRIA, 1974 b).

C. formosa semble donc préférer les milieux ouverts aux milieux fermés. D'ailleurs, sa présence dans le biotope 1 s'explique (comme pour *septempunctata*) par la contiguïté des deux biotopes étudiés.

2) Nice Saint-Pancrace.

En 1974, la fréquence d'occurrence relative moyenne est sensiblement la même que celle de *C. septempunctata* Wesm., dans le même milieu. Mais, ces deux espèces se développent dans des strates différentes. Par ailleurs, la fréquence hebdomadaire de *formosa* décroît à partir du 12 juillet et elle demeure basse jusqu'au 16 août. Les relevés de la seconde

1974				1975		
		n	N		n	N
11.5/17.5				22,8 %	13	57
18.5/24.5				40 %	24	60
25.5/31.5				27,5 %	27	98
1.6/ 7.6	6,6 %	4	60	33,3 %	10	30
8.6/14.6	38,4 %	5	13	39,2 %	22	56
15.6/21.6	14 %	10	71			
22.6/28.6	22 %	15	68			
29.6/ 5.7	10,3 %	3	29			
6.7/12.7	25,5 %	11	43			
13.7/19.7	6,2 %	3	48			
20.7/26.7	2,9 %	2	67			
F.O.R.M =	13,4 %	$\Sigma n = 44$	$\Sigma N = 326$	31,8 %	$\Sigma n = 91$	$\Sigma N = 301$

quinzaine d'août ne donnent aucun exemplaire de cette espèce. Par contre, 1975 paraît une année exceptionnelle, sur le plan de l'abondance; le seul point de comparaison, à savoir les deux premières semaines de juin, le suggèrent fortement. Nous reviendrons sur cette différence d'abondance, selon les années, à propos du sex ratio.

B. L'étage montagnard : Saint-Auban.

C. formosa s'y révèle très discrète. Pour la période comprise entre 1971 et 1974, je ne l'y ai rencontrée qu'en 1972 : entre le 11 et le 17 juillet, elle constituait 1,8 % des *Chrysopinae* récoltées ($n = 2$; $N = 109$); entre le 18 et le 24 juillet, 1,5 % ($n = 2$; $N = 130$); entre le 1^{er} et le 7 août, 0,6 % ($n = 1$; $N = 149$). De là il vient que sa xérophilie est certainement plus accusée que celle de *septempunctata* et qu'il ne faut pas s'attendre à la découvrir dans l'étage alpin du sud-est de la France.

En ce qui concerne son apparition dans la saison, le premier spécimen capturé à Blausasc (biotope 2) était du 21 mai (1 mâle); à Nice Saint-Pancrace 1974, du 26 mai (1 mâle); à Nice Saint-Pancrace 1975, du 14 mai (1 mâle). On peut donc penser que *formosa* se manifeste (pour l'étage méditerranéen inférieur), dans la deuxième décennie de mai.

Sex ratio.

Le nombre d'exemplaires des deux biotopes de Blausasc et de Saint-Auban, s'avérant trop peu important, le sex ratio a été calculé, seulement, pour Nice Saint-Pancrace 1974 et 1975. Il se trouve mis en relation avec les fréquences hebdomadaires de ce site, ce qui amène la formulation de quelques questions, non dépourvues d'intérêt.

Il est bien curieux de noter que, pour la 1^{re} semaine de juin 1974, le SR est largement inférieur à l'unité, que durant la même période, en 1975, il fléchit sensiblement et que, pour les deux années, il remonte entre le 8 et le 14 juin. Si l'on met en

	1974	1975
11.5/17.5		13
18.5/24.5		1,18
25.5/31.5		1,25
1.6/ 7.6	0,33	1
8.6/14.6	1,50	1,20
15.6/21.6	0,66	
22.6/28.6	0,66	
29.6/ 5.7	0	
6.7/12.7	10	
13.7/19.7	0,50	
20.7/26.7	1	

parallèle les fréquences d'occurrence relative moyennes de la 1^{re} quinzaine de juin 1974 et 1975 et le SR moyen, on obtient :

1974	1975
SR = 0,91	1,10
F.O.R.M = 22,5 %	36,3 %

Encore que ces chiffres apparaissent largement insuffisants, on peut se demander s'il n'existerait pas une relation entre un sex ratio supérieur à 1 et une forte abondance démographique, un sex ratio inférieur à 1 et une abondance moyenne ou médiocre, pour une ou plusieurs générations données ?

Observations relatives au SR dans les conditions d'élevage.

Mes recherches, sur le terrain, relatives à la dynamique des populations, m'ont incité à penser, qu'à chaque génération nouvelle, tout au long de l'année, les mâles paraissent d'abord, et que les soudaines modifications du sex ratio (par exemple, entre le 6 et 12 juillet 1974), peuvent indiquer cette génération nouvelle (avec moins de précision qu'au printemps). En élevage, pour la seconde génération de l'année, sur 31 cocons, j'ai obtenu, dans l'ordre, les imaginoses suivantes (1975) :

16 juillet : 3 mâles
17 juillet : 8 mâles

19 juillet : 2 mâles, 3 femelles

20 juillet : 4 femelles

21 juillet : 2 femelles

Pour la troisième génération de l'année, sur 10 cocons :

31 août : 1 mâle

1 septembre : 1 mâle

2 septembre : 1 mâle

3 septembre : 1 mâle

4 septembre : 2 mâles, 1 femelle

5 septembre : 1 femelle

6 septembre : 1 femelle

7 septembre : 1 femelle.

Il semble, donc, bien acquis, qu'à chaque génération, ce sont les mâles qui émergent les premiers.

Les parasites de *C. formosa* BR.

PRINCIPI (1947) indique trois Hyménoptères : un *Proctotrypidae* : *Telenomus acrobates* GIARD, parasite de l'œuf, et deux *Chalcididae* : *Isodromus punctatus* MASI, parasite de la larve, et *Perilampus laevifrons* DALM. parasite de la nymphe. Aucune parasitose signalée de l'imago.

Aperçu synthétique sur l'écologie de *formosa*.

Espèce eurytherme, eurytope à xérophilie préférentielle, elle s'épanouit, surtout, au niveau de l'étage méditerranéen. Ses pourcentages démographiques correspondent, à peu près, à ceux de *C. septempunctata* WESM., avec laquelle elle se trouve souvent associée; mais, celle-ci évolue principalement au niveau de la strate arborescente et celle-là, au niveau de la strate herbacée et de la strate arbustive. Elle montre une inclination marquée pour le Genêt d'Espagne, la Valériane rouge et le Caroubier (à un moindre degré).

Son cycle évolutif est rapide. En juillet (1974), de la ponte à l'éclosion s'écoulent 4 jours; de l'éclosion à la première mue, 5 jours; de la première à la seconde mue, 3 jours; de la seconde mue à la confection du cocon, 2 jours; de la confection du

cocon à l'imaginose, 13 jours (émergence du premier mâle) à 15 jours (émergence de la première femelle). Le premier œuf de la génération suivante est déposé 8 jours après l'apparition de la première femelle. Soit, de l'œuf à l'œuf : 37 jours. Mais, cette période, vraisemblablement, peut être écourtée.

Répartition géographique européenne et circum-méditerranéenne.

Pour la France, BERLAND (1962) l'indique de l'Ouest, des Pyrénées-Orientales, des Basses-Alpes. LACROIX (1913), de Charente-Inférieure. Je l'ai trouvée dans les Alpes-Maritimes (SÉMÉRIA, 1973) et dans le Var (SÉMÉRIA, sous presse). C'est, en fin de compte, fort peu. HÖLZEL et OHM (1972) la signalent d'Espagne et du Portugal, BERLAND d'Afrique du nord. PRINCIPI (1947) d'Italie : Florence, Bologne et les environs de Senigallia. KIS (1970) de toute l'Europe, du Liban, d'Iran et de Roumanie. KILLINGTON (1937) n'en dit rien pour la Grande-Bretagne; par contre, il y signale la présence d'une espèce très proche de *formosa* (avec laquelle on pourrait la confondre) : *C. phyllochroma* WESMAEL. De cette revue de la répartition géographique de *C. formosa*, il ressort qu'il s'agit d'une espèce commune en Europe et tout autour de la Méditerranée. Pour la France, on devrait, sans doute, la trouver dans tout le sud-est, jusqu'aux Bouches-du-Rhône et peut-être, aussi, dans le sud-ouest.

6) *Chrysopa abbreviata* CURTIS

Cette forme semble rare et étroitement localisée. Elle a été capturée dans les environs de Pont Charles-Albert (lieu-dit : La Robine), entre le 23 et le 26 juin 1973, sur Genêt d'Espagne, en bordure de l'Estéron. Elle se trouvait associée à *C. formosa* Br. et à *Cp. carnea* STEPH. Autant qu'on puisse en juger, à partir d'un nombre si faible d'exemplaires ($n = 4$), elle peuple l'étage méditerranéen inférieur et préfère les biotopes frais, ventilés et bien ensoleillés.

Répartition géographique européenne et circum-méditerranéenne.

Trouvée dans le Pas-de-Calais, en 1913, par un correspondant de LACROIX, elle n'avait plus été signalée de France. Mais le Museum d'Histoire naturelle de Vienne, en Autriche, possède des exemplaires de la région de Nice (HÖLZEL, *in litt.*). HÖLZEL et OHM ne l'indiquent point d'Espagne et du Portugal, ni d'Afrique du nord. KILLINGTON la donne comme largement répandue en Europe, mais peu commune; d'autre part, il précise n'avoir aucune information sur sa présence en France, en Italie et en Espagne. Il la rapporte d'Angleterre et d'Irlande. KIS la cite de Roumanie.

Il ne semble pas qu'on doive considérer *C. abbreviata* comme une espèce circum-méditerranéenne et le sud de la France représente, peut-être, son extension méridionale extrême.

7) *Chrysopa viridana* SCHNEIDER

Cette espèce présente dans tous les étages de végétation s'exprime d'une manière optimale, dans certains sites de l'étage méditerranéen inférieur.

A Biousc, dans le biotope 1, elle se trouve dans 3,12 % des relevés, avec une fréquence d'occurrence relative moyenne, de mai à octobre, de 0,4 %. Dans le biotope 2, elle se trouve dans 10 % des relevés, avec une fréquence d'occurrence relative moyenne de 1,02 %. Elle manifeste, donc, une préférence (ici, assez peu sensible) pour les milieux ouverts et bien ensoleillés, préférence qui devient évidente, dans les sites plantés de Chêne-vert et de Chêne-liège.

Dans le Massif de l'Estérel (cols de Belle-Barbe et du Mistral), entre le 25 juin et le 21 juillet 1975, elle représente 13,3 % des prises totales ($n = 15$, $N = 112$). En 1976, dans les mêmes localités, du 4 juillet au 2 août, 5,4 % ($n = 5$, $N = 91$). Sans être très commune, elle est, néanmoins, caractéristique de la faune névroptérologique du Chêne-liège.

A Nice Saint-Pancrace 1974, elle constitue, entre le 20 et le 26 juillet, 2,9 % de la population homologue ($n = 2$, $N = 67$), entre le 27 juillet et le

2 août, 11,4 % ($n = 4$, $N = 35$), entre le 3 et le 9 août, 6,2 % ($n = 2$, $N = 32$), et entre le 24 et le 30 août, 1,5 % ($n = 1$, $N = 64$).

Pour l'étage montagnard, à Saint-Auban, en 1973, elle représente, dans la première semaine d'août, 3,9 % des captures ($n = 4$, $N = 101$) et en 1974, 0,5 % pour la première semaine d'août ($n = 1$, $N = 187$) et 0,6 % pour la seconde semaine de ce même mois ($n = 1$, $N = 161$).

De ces observations, bien trop partielles, il ressort que *C. viridana* SCHN., espèce eurytope, eurytherme, montre une xérophilie préférentielle et que, parmi les essences végétales, au niveau des strates arbustive et arborescente, sa préférence va nettement au Chêne-vert et au Chêne-liège.

Il est difficile de préciser à quel moment de la saison, se font les premières imagines de l'année. La première capture faite à Blausasc 2, date du 21 mai (1 mâle). Je ne l'ai jamais rencontrée en mai et juin à Nice Saint-Pancrace. On doit admettre, sur le peu de renseignements dont on dispose, qu'elle apparaît, au plus tôt, dans la deuxième décennie de mai.

Sex ratio.

Pour les cols de Belle-Barbe et du Mistral (1975) entre le 25 juin et le 21 juillet, le SR moyen est de 0,33. Pour 1976, entre le 4 juillet et le 2 août, SR = 1,5.

Les parasites de *C. viridana* SCHN.

PRINCIPI (1954) signale l'Hyménoptère Proctotrypidae Scelioninae : *Telenomus acrobates* GIARD, parasite de l'œuf et *Eupoecilopoda* (*Isodromus*) *perpunctata* MASI, parasite de la larve. L'imago n'est l'hôte d'aucun parasite.

Répartition géographique européenne et circum-méditerranéenne.

Pour la France, elle existe dans les Alpes-Maritimes (SÉMÉRIA, 1973) et le Var (SÉMÉRIA, sous

presse), dans les Pyrénées-Orientales (HÖLZEL et OHM, 1972; MACLACHLAN, 1893, qui la qualifie de *très abondante*), dans l'Ouest (LACROIX). BERLAND n'en dit rien. HÖLZEL et OHM la rapportent d'Espagne et du Portugal, PRINCIPI (1954) d'Italie, d'où elle fut décrite; BRAUER (1876) de Grèce; EGLIN (1940) de Suisse; KIS (1970) de Roumanie, du Moyen-Orient, d'Iran et la considère comme une espèce méridionale, pour ne pas dire circum-méditerranéenne.

8) *Chrysopa nigricostata* BRAUER

De même que *C. abbreviata* CURT. et *C. dorsalis* BURM., elle est fort peu répandue. On doit la classer parmi les espèces rares, sténopathe, sténotherme à hygrophilie préférentielle. Elle peuple l'étage méditerranéen et montagnard. Dans celui-ci, je l'ai trouvée sur Pin sylvestre, à Saint-Auban, un 30 juillet 1974, puis dans la première semaine d'août (0,5 %), dans la seconde semaine (0,6 %) et enfin, dans la troisième semaine avec un pourcentage de 1,4 % (pour les fréquences d'occurrence absolue, n et N , on se reportera à celles fournies à propos de *C. viridana* SCHN. En ce qui concerne la troisième semaine d'août 1974, $n = 2$, $N = 138$). Il s'agissait, exclusivement de femelles. On notera sa présence, tout au long du mois d'août. Je ne l'ai découverte, ni en 1971, ni en 1973.

Pour l'étage méditerranéen inférieur, le biotope 1 de Blausasc m'en a fourni un exemplaire femelle, le 7 juillet 1975.

C. nigricostata BR. paraît inféodée, tout comme *C. dorsalis* BURM., aux Conifères, et plus commune dans l'étage montagnard. Le sex ratio, d'après les rares captures, s'avèrerait très inférieur à 1.

Répartition géographique européenne et circum-méditerranéenne.

Ni BERLAND, ni LACROIX n'y font allusion. D'une façon générale, elle demeure inconnue aux spécialistes français. Aucun auteur, d'ailleurs, à ma connais-

sance, ne l'indique de France. HÖLZEL et OHM (1972) la citent d'Espagne et du Portugal, HÖLZEL (1967) du sud et du centre de l'Europe et d'Afrique du nord, STEINMANN (1964) de Suisse et de Hongrie : il la qualifie d'espèce alpine, ce qui rejoint mes propres observations. KIS (1970) de Roumanie et du Moyen-Orient; selon cet auteur et selon HÖLZEL, il s'agit d'une forme circum-méditerranéenne, mais, sans doute, plus fréquente en altitude.

Son écologie et sa biologie restent presque totalement inconnues.

TROISIÈME PARTIE

APERÇUS SUR LA SYNÉCOLOGIE GENRE *CHRYSOPA*

Les huit des neuf espèces françaises du genre *Chrysopa* (*C. phyllochroma* WESMAËL., ne semble pas exister dans le sud-est) présentent entre elles des degrés divers d'affinités et de cohabitation. Elles occupent tous les étages et toutes les strates de végétation, de façon inégale, selon les espèces. La synthèse suivante le mettra, partiellement, en évidence.

1) *Etages de végétation.*

a) *Etage méditerranéen inférieur, série du Pin d'Alep.* Peuplent seulement cet étage : *C. walkeri* McL., et *C. abbreviata* CURT., à xérophilie exclusive.

b) *Etage montagnard.* Peuple seulement cet étage, *C. perla* L. à hygrophilie exclusive.

c) *Etages méditerranéen et montagnard.* On y trouve : *C. formosa* BR., *C. viridana* SCHN., *C. septempunctata* WESM. à xérophilie préférentielle, *C. dorsalis* BURM. et *C. nigricostata* BR. à hygrophilie préférentielle.

2) *Strates fréquentées.*

a) *Les strates herbacée et arbustive.* Elles abritent : *C. formosa* BR. (Genêt d'Espagne, Valériane rouge,

Caroubier), *C. abbreviata* CURT. (Genêt d'Espagne), *C. walkeri* McL. (mêmes plantes que *formosa*), *C. perla* L. (Aubépine, Salix divers).

b) *La strate arborescente.* Elle abrite : *C. dorsalis* BURM. et *C. nigricostata* BR. (Conifères), *C. septempunctata* WESM. (arbres fruitiers, Chênes) et *C. viridana* SCHN. (Chêne-vert, Chêne-liège).

3) *Cohabitations.*

Au niveau de la strate arborescente cohabitent, dans un microbiotope tel que le Chêne-liège, *C. septempunctata* WESM. et *C. viridana* SCHN. Dans un microbiotope, comme le Pin sylvestre, *C. dorsalis* BURM. et *C. nigricostata* BR.

Au niveau des strates arbustive et herbacée cohabitent, sur le Genêt d'Espagne et la Valériane rouge, *C. formosa* et *C. walkeri*, sur le Genêt d'Espagne, *C. formosa* et *C. abbreviata*.

4) *Protocoopération.*

Deux espèces s'associent étroitement : *C. formosa* et *C. walkeri*, la première étant toujours plus abondante que la seconde. Il semble bien que cette association favorise un développement optimal des deux espèces et, qu'il y ait une relation entre les variations démographiques de l'une et de l'autre. Cette protocoopération devrait susciter des recherches plus approfondies, ne serait-ce qu'au niveau de la lutte biologique.

5) *Le sex ratio.*

L'observation suivie, pendant plusieurs années, de la dynamique des populations, chez les *Chrysopinae*, montre que le sex ratio subit d'importantes modifications, d'une année sur l'autre et que ces modifications se trouvent en relation avec une augmentation ou une diminution de l'abondance démographique. Le problème est le suivant : comment expliquer cette supériorité quantitative des mâles, certaines années, la supériorité quantitative

des femelles, certaines autres ? Doit-on mettre ces oscillations sur le compte d'un rythme biologique se déclenchant d'une façon régulière (et donc prévisible) ou bien, doit-on en rejeter la responsabilité sur les conditions climatologiques ou nutritionnelles, ou encore, relatives à la densité ?

Par ailleurs, il apparaît que, pour toute génération nouvelle, à quelque moment de la saison que ce soit, les imagines des mâles précèdent les imagines des femelles; et il semble bien que, malgré le chevauchement des générations, des changements très brusques du sex ratio, peuvent fournir des indications, suffisamment significatives, sur l'apparition d'une génération nouvelle sans que, cependant, il soit possible (pour des raisons évidentes) de la distinguer parfaitement de la précédente.

6) Caractéristiques générales des biotopes fréquentés par *Chrysopa*.

La plupart des biotopes clos, mal ventilés, peu ensoleillés et très chauds ne conviennent pas aux espèces du genre *Chrysopa* (Blaussac 2 en est une excellente illustration). On les trouvera, par contre, dans des sites bien dégagés, largement ventilés, moyennement ou fortement ensoleillés (voir le Mas-sif de l'Estérel ou Nice Saint-Pancrace).

7) Régime alimentaire.

Les espèces du genre *Chrysopa* sont toutes carnivores, aussi bien à l'état larvaire qu'à l'état imaginal. Elles se nourrissent, presque essentiellement d'Aphides et, à l'occasion, d'Acariens, ainsi que CANARD (1973 b) l'a montré par ses observations sur le contenu du jabot de *C. perla* L. Cependant, l'examen du jabot d'autres espèces, s'avèrerait nécessaire.

Les différentes espèces d'Aphides ne présentent pas toutes la même valeur nutritive; certaines sont mortelles. En laboratoire et dans la nature, *Myzus persicae* constitue une proie fort bien acceptée, qui n'a aucune incidence fâcheuse sur le développement larvaire, la nymphose et la fécondité des adultes. Par contre, *Aphis fabae*, encore que facilement

consommé, entraîne, pourtant, assez souvent la mort, s'il représente la seule source de nourriture; des imagos de *C. walkeri* en sont, par exemple, rapidement intoxiqués. Quant à *Aphis cracssae*, il fournit l'essentiel de l'alimentation de *C. formosa* et *C. walkeri*, sur Genêt d'Espagne.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Madame Catherine MUNOZ-QUEVAS, dessinatrice au laboratoire d'Ecologie générale à Brunoy, d'avoir bien voulu composer et réaliser les illustrations de cet article.

TRAVAUX CONSULTÉS

- BERLAND (L.), 1962. — Atlas des Névroptères de France, de Suisse et de Belgique. Ed. Boubée, Paris.
- BRAUER (F.), 1876. — Die Neuropteren Europas und insbesondere Oesterreichs. *Festschr. zool. bot. Ges. Wien.*, 265-300.
- CANARD (M.), 1973 a. — Voltinisme, diapause et sex-ratio de *Chrysopa perla* (L.) (Neuroptera, Chrysopidae) dans le sud-ouest. *Ann. Zool. Ecol. anim.*, 5, 29-37.
- CANARD (M.), 1973 b. — Influence de l'alimentation sur le développement, la fécondité et la fertilité d'un prédateur aphidiphage : *Chrysopa perla* (L.) (Neuroptera, Chrysopidae). Thèse de doctorat, Toulouse, 547, 1-175.
- DAJOZ (R.), 1972. — Précis d'écologie. 434 pages. Dunod, Paris.
- EGLIN (W.), 1940. — Die Neuropteren der Umgebung von Basel. *Revue Suisse de zoologie*, 47, (n° 16), 243-358.
- GENAY (A.), 1953. — Contribution à l'étude des Névroptères de Bourgogne. *Travaux du Laboratoire de zoologie et de la station aquicole Grimaldi de la Faculté des Sciences de Dijon*, 3, 1-30.
- HÖLZEL (H.), 1967. — Die Neuropteren Vorderasiens. II. Chrysopidae. *Beitr. naturk. Forsch. SW. Deutschl.*, 26 (1), 19-45.
- HÖLZEL (H.), OHM (P.), 1972. — Die Chrysopiden der Iberischen Halbinsel (*Planipennia*, Chrysopidae). *Faun. Ökol. Mitt.*, 4, 127-145.
- KILLINGTON (F.J.), 1937. — A monograph of the British Neuroptera. *Ray Soc. edit.*, 123, 1-306.

- KIS (B.), NAGLER (C.), MANDRU (C.), 1970. — Fauna Republicii socialiste România. *Insecta*, vol. VIII, fasc. 6, *Neuroptera*, *Planipennia*, 1-343.
- LACROIX (J.L.), 1913. — Quelques familles de Névroptères de France. Diagnoses synoptiques. *Mém. Soc. Hist. Scient.*, Deux-Sèvres, 27 pages.
- LACROIX (J.L.), 1915. — Notes Névroptérologiques. II. 1. Excursions en Charente-Inférieure. *Insecta. Rennes. n. ri.* (55-57), 106-118.
- LACROIX (J.L.), 1921. — Etudes sur les Chrysopides. 1^{er} Mémoire. *Ann. soc. Linn. Lyon*, 68, 51-104.
- MACLACHLAN (R.), 1893. — On species of *Chrysopa* observed in Eastern Pyrénées; together with descriptions of, and notes on, new or little-known Palaearctic forms of the genus. *Trans. Entom. Soc. London*, 227-234.
- MEINANDER (M.), 1962. — The Neuroptera and Mecoptera of Eastern Fennoscandia. *Soc. Fauna et Flora Fennica, Fauna Fennica*, 13, Helsinki.
- PICTET (A.E.), 1865. — Synopsis des Névroptères d'Espagne. Genève, 123 pages.
- PRINCIPI (M.M.), 1940. — Contributi allo studio dei Neuroteri Italiani. I. — *Chrysopa septempunctata* WESMAEL e *Chrysopa flavifrons* BRAUER. *Boll. Istit. Entom. Univ. Bologna*, 12, 63-144.
- PRINCIPI (M.M.), 1946. — Contributi allo studio dei Neuroteri Italiani. IV. — *Notochrysa italica* ROSSI. *Boll. Istit. Entom. Univ. Bologna*, 15, 85-102.
- PRINCIPI (M.M.), 1947. — Contributi allo studio dei Neuroteri Italiani. V. — Ricerche su *Chrysopa formosa* BRAUER e su alcuni suoi parassiti. *Boll. Istit. Entom. Univ. Bologna*, 16, 134-175.
- PRINCIPI (M.M.), 1948. — Contributi allo studio dei Neuroteri Italiani. VII. Osservazioni su alcuni parassiti di *Crisopidi*. *Boll. Istit. Entom. Univ. Bologna*, 17, 93-121.
- PRINCIPI (M.M.), 1954. — Contributi allo studio dei Neuroteri Italiani. XI. — *Chrysopa viridana* SCHNEIDER. *Boll. Istit. Entom. Univ. Bologna*, 20, 359-376.
- SÉMÉRIA (Y.), 1972. — Etude du genre *Chrysopa* LEACH (*Neuroptera*, *Chrysopidae*) dans les Alpes-Maritimes. Note N° 1. *Entomops. Nice*, 27, 71-78.
- SÉMÉRIA (Y.), 1973. — Contribution à la connaissance des Chrysopides de France. Première série : les Alpes-Maritimes 1971-1972. *L'Entomologiste*, XXIX, 6, 206-211.
- SÉMÉRIA (Y.), 1974 a. — Contribution à la connaissance des Chrysopides de France. Deuxième série : les Alpes-Maritimes 1972-1973. *L'Entomologiste*, XXX, 6, 222-225.
- SÉMÉRIA (Y.), 1974 b. — Recherches sur deux biocénoses contigues de *Chrysopinae* au niveau de la strate arbustive. *Entomops*, 35, 85-94.
- SÉMÉRIA (Y.), 1976 a. — Contribution à la connaissance des Chrysopides de France. Troisième série : les Alpes-Maritimes 1974. *Entomops*, 38, 199-202.
- SÉMÉRIA (Y.), 1976 b. — Recherches sur l'écologie et le mimétisme des *Chrysopinae* de France (*Neuroptera*, *Planipennia*). Thèse, Université de Nice, 1-216.
- STEINMANN (H.), 1964. — The *Chrysopa* species (*Neuroptera*) of Hungary. *Ann. Hist. Nat. Mus. Nation. Hung. Zool.*, 56, 257-266.
- VANNIER (G.), 1960. — Observations sur la morphologie et la biologie de quelques Chrysopides de Lorraine (Névroptères, Planipennes). Mémoire de Diplôme d'Etudes supérieures, 1-71, Nancy.
- VANNIER (G.), 1961. — Observations sur la biologie de quelques Chrysopides. *Bull. Mus. Hist. nat. Paris*, 33, 396-405.

UN INDICE THERMIQUE UTILE EN ÉCOLOGIE

I. — LA MESURE DE LA TEMPÉRATURE PAR LA MÉTHODE DE L'INVERSION DU SACCHAROSE

par Eric PATTEE

Département de Biologie animale, Université Claude Bernard Lyon I
43, Bd du 11 Novembre, 69621 Villeurbanne

RÉSUMÉ

L'utilisation d'une réaction chimique permet de mesurer une moyenne thermique avec des coefficients analogues à ceux des réactions métaboliques. Dans cette moyenne, les températures élevées ont plus de poids que les températures basses. La méthode de BERTHET (1960), précisée et légèrement modifiée à la suite de notre expérience, permet de lire la température moyenne à laquelle ont séjourné de petits flacons de 15 ml déposés dans le milieu étudié, quelles que soient ses variations. La précision d'une lecture est de l'ordre de $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$.

La température est l'un des facteurs auxquels les auteurs s'accordent pour attribuer une grande influence sur la distribution des peuplements animaux (MACAN, 1956 et 1974; VERNBERG & VERNBERG, 1970; WIESER, 1973, par exemple). Il semble que le nombre élevé des mentions de ce facteur dans la littérature soit, au moins en partie, lié à la facilité de sa mesure ponctuelle à l'aide d'un thermomètre classique. Ainsi que le soulignent notamment les publications précédentes, les difficultés commencent en réalité lors d'une étude causale plus approfondie, qui met en valeur les deux notions suivantes :

SUMMARY

A thermal index for ecological research.

I. Measuring mean temperature by the saccharose-inversion method.

A chemical reaction is used for measuring mean temperature. This last factor has the same effect on chemical and on metabolic reactions. The same scale is valid for both, higher temperatures having a greater weight in the mean than lower temperatures. The method of BERTHET (1960) is revised here. The field work only requires depositing common 15 ml bottles in the stations for the period of investigation. The precision is about $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ for each bottle.

1) L'influence du temps pendant lequel règne tel niveau* de température. Ce paramètre est pris en compte, bien qu'imparfaitement, dans la *moyenne thermique*.

2) La nature précise de la relation entre température et réactions de l'organisme. La relation s'écarte généralement de la linéarité par suite, d'une part, de l'existence de seuils physiologiques en-dessous desquels l'effet est nul quelque soit le niveau thermique, et par suite, d'autre part, de l'effet exponentiel de ce facteur sur les réactions chimiques et donc métaboliques (loi de Van't Hoff).

Ainsi RUSSIER-DELOLME (1972) a montré qu'entre 0 et 10 °C, la Planaire *Dugesia tigrina* survit sans se déplacer, s'alimenter ni se reproduire. Dans cette zone, le niveau précis de la température a donc peu d'importance. Par contre, les taux d'accroissement annuel des populations sont, à 15, 20 et 25 °C respectivement de $\times 55$, $\times 118.10^3$, $\times 673.10^3$. Ces phénomènes conduisent donc, d'un point de vue écologique, à attribuer un moindre poids aux températures basses qu'aux températures élevées, et, de ce fait, à prendre en défaut la notion de moyenne arithmétique des températures.

La méthode d'enregistrement de la température par inversion du saccharose est particulièrement adaptée à ces circonstances.

1. — LA MÉTHODE

LASCOMBE (1974), TURQUIN, BOUVET, RENAULT et PATTEE (1975), PERSAT (1976) ont déjà fait état de la méthode utilisée dans notre laboratoire pour la mesure de la température moyenne d'un biotope. Cette méthode, proposée initialement par PALLMANN, EICHENBERGER et HASLER en 1940, est fondée sur les publications de BERTHET (1960), SCHMITZ et VOLKERT (1959), SCHMITZ (1964), LEE (1969). Elle fait intervenir la cinétique de l'hydrolyse du saccharose dextrogyre en un mélange de glucose et fructose lévogyre, d'où le terme d'inversion du saccharose. Cette cinétique dépend du pH et de la température à laquelle est soumise la solution. Il devient ainsi possible, en fixant le pH et en déterminant par polarimétrie la vitesse de la réaction, c'est-à-dire le degré d'inversion de la solution en un temps donné, de calculer un indice voisin de la température moyenne qui a régné pendant ce temps, que cette température ait été stable ou non.

Sont nécessaires les appareils et récipients suivants :

- Un polarimètre avec tubes polarimétriques de 20 ou de 10 cm, selon la précision désirée (adapter en conséquence la formule (2) ci-après).

- Un congélateur pour la conservation des solutions à - 18 °C.

- Un bain-marie thermostaté à 22 °C.

- Le petit matériel habituel de laboratoire : éprouvettes et pipettes graduées, balance, bechers, agitateur magnétique, etc.

- De petits flacons d'une contenance de 12 à 15 ml, dont l'étanchéité puisse être garantie pour la durée de la mesure, soit jusqu'à 6 mois ou 1 an, et portant un numéro d'identification gravé. Des flacons de verre à capsule vissée et joint de plastique nous donnent satisfaction. Leur volume peut être réduit de moitié si l'on utilise des tubes polarimétriques de 10 cm. Les ampoules de verre scellées préconisées par LEE (1969) présentent moins de risques de fuites, mais elles ont l'inconvénient d'être plus fragiles.

- Un ou deux récipients thermiquement isolés et portatifs, permettant le transport sur le terrain des flacons congelés entourés de cubes de glace.

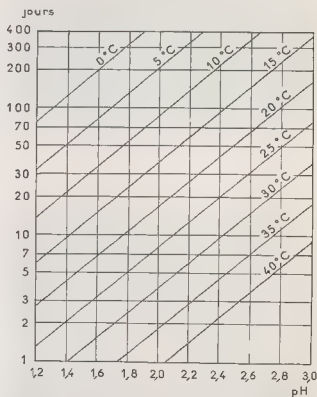


FIG. 1. — Les conditions de durée, de pH et de température nécessaires à la demi-inversion de la solution de saccharose de PALLMANN. Redessiné d'après BERTHET (1960).

— Une calculatrice à programmes logarithmiques, sinon indispensable, du moins fort utile.

La préparation des solutions est conforme aux principes énoncés par BERTHET (1960), soit :

a) Sirop : 150 g saccharose pur, 4 ml formol concentré, 96 ml eau distillée.

Agiter plusieurs heures jusqu'à dissolution complète.

b) Solution-tampon, dont le pH détermine la vitesse de la réaction d'inversion du saccharose. La précision de la mesure de température est la meilleure lorsque la réaction atteint la demi-inversion. La figure 1, due à BERTHET, permet de prévoir le pH nécessaire à cette demi-inversion, à partir de la durée de la mesure et de la température approximatives escomptées. Les solutions-tampon indiquées par RODIER (cf. édition 1975, I, pp. 41-42) nous ont donné satisfaction.

c) Mélange à parts égales des deux solutions a) et b) en agitant jusqu'à homogénéité complète (un mélange imparfait de cette liqueur visqueuse est une source d'erreurs).

Egalement tirées de BERTHET (1960), les formules utilisées sont les suivantes :

$$T = \frac{5854}{C - \log K} - 273,2 \quad (1)$$

$$\text{avec} \quad K = \frac{1}{t} \log \frac{a_0 + 18,2}{a + 18,2} \quad (2)$$

où T est la température en °C.

C est une constante qui dépend du pH

t est la durée de la mesure en jours

a_0 est l'angle de rotation de la solution au départ

a est l'angle de rotation de la solution après le temps t

18,2 représente l'angle de rotation de la solution à inversion totale.

Tous ces angles sont exprimés en degrés et fractions décimales de degrés pour la lecture d'un tube polarimétrique de 20 cm de longueur. Si l'on utilise, comme le fait sans doute BERTHET, des tubes polarimétriques de 10 cm de longueur, l'inversion totale

correspond à un angle de 9,1° qui doit alors remplacer 18,2° dans la formule.

BERTHET détermine la valeur de la constante C d'après le pH de la solution. Mais, vu la difficulté à obtenir un niveau de pH donné après mélange du tampon avec le saccharose et la décroissance du pH au cours de l'inversion (LEE, 1969), nous avons préféré procéder par étalonnage direct. Trois flacons du sirop définitif sont portés respectivement pendant 2, 3 et 5 jours à une température élevée (25 à 40 °C) déterminée d'après la figure 1 en vue d'obtenir des taux d'inversion compris entre 30 et 70 %. Après mesure des angles correspondants et connaissant la température et la durée exactes, on tire la valeur moyenne de C pour la solution utilisée. La précision est généralement de $\pm 0,1\%$ (5 chiffres significatifs). Si, pour une cause indéterminée, une valeur de C diffère de plus de 0,5 % d'une autre, ce qui se produit très rarement, on étalonne des flacons supplémentaires en vue d'améliorer la précision de la moyenne.

De façon à ce que le traitement subi par les flacons soit homogène, tous, témoins utilisés à la lecture de l'angle a_0 , étalons utilisés à la mesure de la constante C, flacons déposés dans le milieu étudié, sont congelés dès leur préparation et, pour les deux derniers lots, de nouveau après leur inversion. Contrairement à celui de l'eau, le volume du sirop de saccharose ne s'accroît pas par congélation.

La dispersion dans la mesure des angles, que nous avons constatée au départ, a disparu lorsque nous avons appliqué les recommandations de SCHMITZ (1964) en vue d'éliminer les effets de la mutarotation : avant lecture, tout flacon de solution est décongelé par séjour de 30 minutes dans un bain-marie

Pour être déposés dans les stations choisies, les flacons, une fois congelés, sont transportés dans de la glace. Le problème le plus difficile à résoudre consiste ensuite à les dissimuler aux yeux d'autrui et, pour l'étude des cours d'eau, à éviter qu'ils ne soient entraînés lors des crues ou laissés à sec pendant l'étiage, tout en demeurant accessibles à l'opérateur à la fin de la période choisie. Ils sont générale-

ment attachés à un point de repère fixe (tronc, racine, bloc) par un fil de nylon. PERSAT (1976) aborde plus en détail ce problème et notamment la différence entre grands et petits cours d'eau de ce point de vue.

Commencée en 1970, notre première étude en eaux douces a donné des résultats exploitables sur les 3 années 1971, 1972 et 1973. La sélection progressive des emplacements favorables a permis de réduire les pertes à 10 % environ la 3^e année. Dans les stations les plus difficiles, 3 ou 4 flacons étaient déposés à des emplacements variés, de façon à assurer la récupération d'au moins 1 ou 2 d'entre eux.

Ainsi qu'il a été mentionné, la méthode nous a aussi donné satisfaction dans l'étude thermique de divers milieux hypogés (TURQUIN, BOUVET, RENAULT et PATTEE, 1975 et d'autres travaux en préparation). Pour l'enregistrement de variations rapides dans l'air, il serait peut-être souhaitable d'utiliser des récipients spéciaux, métalliques ou à rapport surface sur volume important, de façon à accélérer les échanges thermiques entre le sirop et l'atmosphère.

A la concentration préconisée, le sirop gèle à -5°C et n'intègre donc pas dans la moyenne les températures plus basses. LEE (1969) remédie à cet inconvénient en ajoutant au sirop $150\text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ de chlorure de sodium, ce qui reporte le point de congélation au-delà de -20°C .

2. — PRÉCISION ET FIDÉLITÉ DES MESURES

Bien qu'assez rares, les sources d'erreurs ne sont pas toujours faciles à déceler : défaut d'étanchéité ou exondation temporaire des flacons pour des causes naturelles ou par intervention humaine, poursuite de la réaction d'inversion du saccharose pendant la préparation et le transport, selon le pH utilisé et la « sensibilité » de la solution. La vérification approximative de la température à l'aide d'un thermomètre lors des visites et surtout le fait de déposer plusieurs flacons à chaque station constituent les meilleurs contrôles et remèdes.

La comparaison des résultats fournis par ces derniers flacons permet également d'apprécier la fidélité

de la méthode. Mesuré au laboratoire à température stable et contrôlée, l'écart-type de 31 valeurs est de $0,059^{\circ}\text{C}$. On peut donc considérer que, dans le cas d'une distribution normale, 95 % des résultats sont exacts à $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ et 99 % à $\pm 0,15^{\circ}\text{C}$ près. Sur le terrain, compte tenu des manipulations supplémentaires impliquées, les flacons déposés en double ou triple exemplaire, au nombre de 51, d'une part en milieu aquatique lotique et d'autre part dans un milieu souterrain à température uniforme, donnent un écart-type de $0,116^{\circ}\text{C}$, soit une fidélité de $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ au seuil des 95 % et $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ au seuil des 99 %. Encore, en présence de deux données légèrement discordantes sur le terrain, ne peut-on jamais être certain de l'homogénéité thermique absolue du milieu, qui seule permettrait d'imputer cette discordance à l'imprécision des mesures. A noter que ces marges d'erreurs sont indiquées pour la lecture de chaque flacon. Lorsque les chiffres présentés sont eux-mêmes des moyennes de 2 ou 3 lectures, ce qui est souvent le cas dans nos études, leur précision est donc meilleure. En procédant à une étude semblable en milieu aérien forestier, LEE (1969) évalue la fidélité de sa méthode à $\pm 0,02^{\circ}\text{C}$ ou $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ selon que les mesures font appel à une seule et même solution de sirop ou à plusieurs solutions préparées successivement.

3. — JUSTESSE ET SIGNIFICATION DES VALEURS DE TEMPÉRATURE MOYENNE OBTENUES

SCHMITZ (1964) et LEE (1969) discutent les principales sources d'inexactitude systématique de la méthode telles la variation du pH au cours de l'hydrolyse, l'influence de l'irradiation solaire, l'interférence des « impuretés » de la solution (formol, mélange-tampon). Mais toutes ces causes d'erreurs sont dominées par le fait que l'effet de la température n'est pas linéaire.

En examinant la signification des sommes de température, (notion préliminaire à l'établissement de moyennes), DURAND (1969) oppose celles qui impliquent une relation linéaire et celles qui impliquent

une relation exponentielle. Il qualifie ces dernières de sommes de coefficients de température Q_{10} ou plus brièvement sommes de Q_{10} . Or, comme le soulignent SCHMITZ et VOLKERT (1959) ainsi que BERTHET (1960), la réaction mise en œuvre ici est une réaction chimique, donc précisément commandée par la loi de Van't Hoff : dans la « moyenne » mesurée, les températures élevées ont un poids plus important que les températures basses. Par cette méthode on obtient, non une moyenne arithmétique des températures qui ont régné, mais une sorte de moyenne « exponentielle ». La seconde est d'autant supérieure à la première que l'amplitude des variations thermiques est plus forte. LEE (1969) établit de façon empirique la régression entre moyenne arithmétique et moyenne « exponentielle » pour des enregistrements de température de l'air. Selon que l'amplitude thermique est connue ou non, l'erreur standard des relations obtenues est respectivement de 1,00 et 1,29 °C.

Le même auteur estime à 4,8 le Q_{10} de l'hydrolyse du saccharose. Avec BERTHET (1960), on est en droit de qualifier d'« écologiques » les moyennes thermiques obtenues par cette méthode, « puisque la plupart des réactions biologiques ont un coefficient de température du même ordre de grandeur que celui de l'inversion du saccharose ». Si l'usage de telles moyennes est quelque peu inhabituel, on peut donc affirmer qu'il est particulièrement adapté à l'étude et à l'interprétation des phénomènes biologiques.

En accord avec ces principes, il semble logique de présenter aussi sous forme de moyennes « exponentielles » les regroupements des valeurs obtenues directement : ainsi pour le calcul des températures annuelles à partir des températures trimestrielles fournies par la méthode, la formule que j'ai utilisée est la suivante :

$$T_a = \frac{5854}{18 \log \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4}{4}} - 273,2 \quad (3)$$

où T_a = température annuelle

18 est une valeur choisie arbitrairement pour le coefficient C

K_1, K_2, K_3, K_4 = valeurs du coefficient K dans la formule (1) recalculée pour $C = 18,0$ à partir

des températures obtenues respectivement pour le printemps, l'été, l'automne, l'hiver.

Comme dans le cas de *D. tigrina* cité précédemment, les valeurs estivales participent à la moyenne T_a de façon plus importante que les valeurs hivernales. Au cours de notre étude des milieux d'eau douce les plus divers, l'écart entre ces moyennes annuelles « exponentielles » et la moyenne arithmétique a varié de 0 à 3,2 °C selon l'importance de l'amplitude thermique.

BIBLIOGRAPHIE

- BERTHET (P.), 1960. — La mesure écologique de la température par détermination de la vitesse d'inversion du saccharose. *Vegetatio*, **9**, 197-207.
- DURAND (R.), 1969. — Signification et portée des sommes de température. *Bull. tech. Inf. Minist. Agric.*, **238**, 185-190.
- LASCOMBE (C.), 1974. — Recherches écologiques et biogéographiques sur deux espèces jumelles de Planaires d'eau douce dans la région lyonnaise. *Bull. mens. Soc. Linn. Lyon*, **43**, 168-176 et 189-215.
- LEE (R.), 1969. — Chemical temperature integration. *J. appl. Meteorology*, **8**, 423-430.
- MACAN (T.T.), 1956. — Influence of temperature on freshwater animals. *Discovery*, **17**, 175-277.
- MACAN (T.T.), 1974. — Freshwater ecology. 2nd. ed., London, 342 p.
- PALLMANN (H.), EICHENBERGER (E.), HASLER (A.), 1940. — Eine neue Methode der Temperaturmessung bei ökologischen oder bodenkundlichen Untersuchungen. *Ber. Schw. Bot. Ges.*, **50**, 337-362.
- PERSAT (H.), 1976. — Principaux aspects de l'écologie de l'Ombre commun, *Thymallus thymallus* (L. 1758) (Poissons Salmonidés). Thèse spécialité, Lyon, 115 p.
- RODIER (J.), 1975. — L'analyse de l'eau, 5^e éd., Paris, 1, 629 p. et 2, 364 p.
- RUSSIER-DELOLME (R.), 1972. — Coefficients thermiques et écologie de quelques Planaires d'eau douce. VI - *Dugesia tigrina*. *Annls Limol.*, **8**, 119-140.
- SCHMITZ (W.), 1964. — Messprobleme bei reaktionskinetischen Untersuchungen mit dem Kreispolarimeter, dargestellt am Beispiel der reaktionskinetischen Temperaturmessung. *Zeiss Mitt. Fortschr. tech. Opt.*, **3**, 227-249.

- SCHMITZ (W.), VOLKERT (E.), 1959. — Die Messung von Mitteltemperaturen auf reaktionskinetischer Grundlage mit dem Kreispolarimeter und ihre Anwendung in Klimatologie und Bioökologie, speziell in Forst- und Gewässerkunde. *Zeiss Mitt. Fortschr. tech. Opt.*, 1, 300-337.
- TURQUIN (M.J.), BOUVET (Y.), RENAULT (P.), PATTEE (E.), 1975. — Essai de corrélation entre la géomorphologie d'une cavité et la répartition spatiale de son peuplement actuel. *Actes 5^e Congr. suisse Spéléol. Interlaken*, 1974, 46-60.
- VERNBURG (F.J.), VERNBURG (W.B.), 1970. — The animal and the environment. New York, 398 p.
- WIESER (W.), (ed.), 1973. — Effects of temperature on ectothermic organisms. Berlin, 298 p.

DESTRUCTION DE L'ÉTAGE INFRALITTORAL DES ALPES-MARITIMES (FRANCE) ET DE MONACO PAR LES RESTRUCTURATIONS DU RIVAGE

par Alexandre MEINESZ * et Jean-Robert LEFEVRE **

* Laboratoire de Biologie et d'Ecologie Marines

** Laboratoire d'Ecologie des Régions arides,

U.E.R. Domaine Méditerranéen, Université de Nice, Parc Valrose, 06034 Nice Cedex

RÉSUMÉ

A la suite des nombreuses restructurations du rivage des Alpes-maritimes et de Monaco, la surface de l'étage infralittoral (5 327 ha situé entre 0 et — 20 m) a été réduite dans des proportions importantes. 456 ha soit 8,6 % de l'étage ont été irréversiblement détruits par recouvrement (digues et terre-pleins); 239 ha (plans d'eaux des ports et des plages alvéolaires) soit 4,5 % ont été endommagés par les modifications de l'hydrodynamisme, du substrat et par la présence de pollutions liées à l'activité portuaire. Afin de préserver les zones les plus riches et de limiter l'aménagement anarchique de la côte, nous proposons de créer un plan d'occupation de l'étage infralittoral.

SUMMARY

Destruction of the infralittoral zone by coastal development in the area of Alpes Maritimes (France) and Monaco (Occidental Mediterranean coast)

The initial infralittoral zone (between 0 and — 20 meters) of Alpes-maritimes and Monaco coast, was covering an area of 5327 hectares. Now 695 ha have been destroyed or seriously altered: 456 ha disappeared under dikes and earth platforms and 239 ha were damaged included inside the harbours or the half closed artificial beaches.

I. — OBJET DE L'ÉTUDE

La vocation touristique du département des Alpes-Maritimes a entraîné le développement de structures d'accueil pour différentes activités liées à la mer. Ainsi, ces dix dernières années ont vu l'édification de nombreux ouvrages gagnés sur le domaine maritime et actuellement la plupart des communes littorales projettent leur extension sur la frange côtière. Ces restructurations (ports de plaisance, plages alvéolaires, terre-pleins), représentent une nouvelle menace pour l'équilibre écologique du bord de mer.

En effet, chaque ouvrage gagné sur la mer détruit sa propre surface de vie sous-marine; dans les plans d'eaux des ports, les fonds totalement modifiés et endommagés représentent souvent des zones polluées par l'activité portuaire (fig. 1).

Or, la frange côtière située entre 0 et — 20 m est sans aucun doute la zone marine la plus riche en faune et en flore dont l'action naturelle de fixation des fonds, d'oxygénation et de filtration de l'eau contribue à maintenir la pureté des masses d'eaux littorales.

On trouve sur ces fonds des milliers d'espèces qui ne peuvent pas se développer à de plus grandes pro-

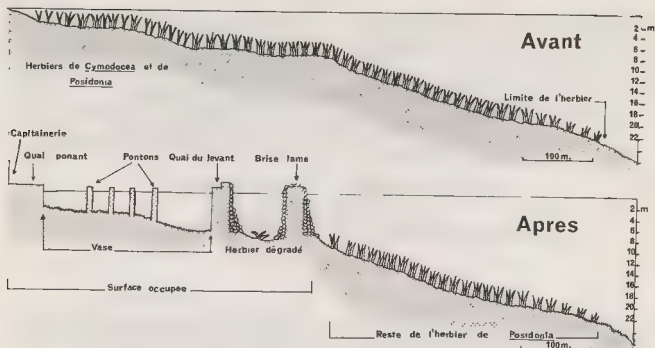


FIG. 1. — Exemple de disparition de l'herbier de *Cymodocea* et réduction de l'herbier de *Posidonia* par une restructuration. Coupe perpendiculaire au quai ponant du port de Beaulieu-sur-mer (Alpes-Maritimes).

fondeurs. Ainsi, la plupart des algues et toutes les phanérogames sous-marines constituent une végétation qui s'éclaircit ou s'arrête aux alentours des — 20 m. Cette répartition très stricte de la flore sous-marine est liée à la pénétration de la lumière (à — 20 m il n'y a plus que 5 % de la lumière de surface et à — 120 m l'énergie lumineuse est si atténuée qu'aucun végétal ne peut se développer).

Cette zone de vie intense correspond à l'étage infralittoral : entre Menton et Théoule sa limite inférieure se situe dans certaines zones turbides comme l'embouchure du Var, aux environs de — 10 m, tandis que dans les eaux claires du Golfe-Juan, elle peut atteindre — 30 m, comme le témoigne la présence d'herbiers à cette profondeur. Dans le département des Alpes-Maritimes, nous avons retenu la limite moyenne de — 20 m qui correspond à celle de la majorité des herbiers de la phanérogame marine *Posidonia oceanica*. L'étage infralittoral présente également une faune très riche : on y trouve de très

nombreux invertébrés se nourrissant le plus souvent par filtration de l'eau ou à partir de la couverture végétale. De nombreux poissons carnivores ou herbivores se fixent, se nourrissent ou se reproduisent dans cette zone.

La côte des Alpes-Maritimes et de Monaco présente un plateau continental très exigu, la surface de l'étage infralittoral est donc peu importante. Ainsi chaque ouvrage gagné sur la mer détruit un pourcentage élevé de cette zone de vie intense du littoral.

Il n'est pas facile d'évaluer avec précision l'importance et l'ampleur de la perturbation écologique provoquée par une modification du milieu naturel. Cependant, dans ce cas, il est relativement aisé de mesurer les surfaces occupées ou modifiées par les aménagements. Ces mesures font l'objet de cette étude, la comparaison de ces surfaces occupées à celles de l'étage infralittoral nous permet d'évaluer l'ordre de grandeur de l'impact sur la vie sous-marine littorale.

II. — MÉTHODOLOGIE

Pour le calcul des surfaces nous avons analysé plus de 60 cartes et plans.

Deux méthodes ont été utilisées :

- l'une consiste à reproduire les cartes sur un papier cartonné homogène, puis à découper les zones à mesurer et de les peser sur une balance de précision (Metler H 10 w; précision $\pm 0,1$ mg). Par comparaison avec une surface étalon on obtient les résultats.
- l'autre consiste à déterminer sur la carte, à l'aide d'un papier millimétré transparent, la surface de

la zone à mesurer, puis de ramener cette surface à l'échelle de la carte.

La différence entre les résultats des deux méthodes avoisine 1,5 %; pour nos résultats définitifs nous avons considéré leur moyenne.

Les cartes utilisées pour les calculs de l'étage infralittoral sont essentiellement celles du service hydrographique de la Marine au 1/14 400^e; celles utilisées pour le calcul des restructurations sont d'origines diverses à une échelle toujours égale ou supérieure à 1/5 000^e.

Le calcul de l'étage infralittoral a été effectué de la ligne de côte naturelle jusqu'à l'isobathe — 20 m. Les surfaces obtenues ne tiennent pas compte ni de la morphologie du fond ni de la dénivellation. Nous

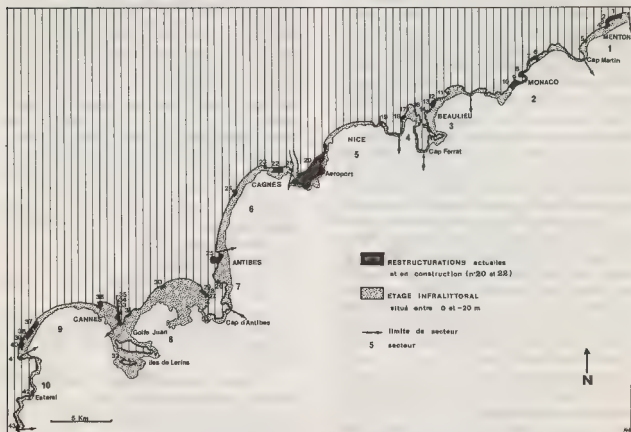


FIG. 2

CÔTE DES ALPES-MARITIMES. — Destruction de la zone littorale sous-marine par les restructurations.

avons distingué l'étage infralittoral compris entre 0 et — 10 m de celui situé entre — 10 m et — 20 m. Dans le calcul des restructurations nous avons mesuré uniquement la surface gagnée sur la mer. Pour les ports et plages alvéolaires, nous avons tenu compte des plans d'eaux. Pour les digues, nous n'avons pas tenu compte des surfaces immergées.

43 restructurations occupant l'étage infralittoral ont été inventoriées, les aménagements du rivage occasionnés par la construction des routes du bord de mer (Promenade des Anglais à Nice, la Croisette à Cannes) ainsi que « l'engraissement » de certaines plages n'ont pas été considérés. (Difficulté d'évaluation dans ces zones de rivage naturel le plus souvent instable).

Nous avons cependant tenu compte des vieux ports, car leur aspect artificiel reste toujours présent et leurs plans d'eaux ont les mêmes caractéristiques que ceux des nouveaux ouvrages. La plupart des restructurations ont été réalisées depuis 1965, pour mieux mettre en évidence l'évolution de l'aménagement du rivage nous avons distingué les surfaces aménagées avant 1965 et après cette date.

Nous avons inclut dans l'inventaire les deux restructurations suivantes actuellement en construction :

— Le port de Saint-Laurent du Var (Secteur VI) qui représentera 14,55 ha; au 10 juin 1976 l'infrastructure du port est presque achevée et nous avons tenu compte de l'intégralité de cette restructuration.

— L'extension de l'aéroport de Nice et la création du port de commerce de Nice (Secteur V) qui représenteront 276 ha (dont près de 25 ha de plan d'eau). Les travaux ont débuté en octobre 1975, les matériaux prélevés sur une colline voisine (Crémât) sont déversés au rythme moyen de 40 000 tonnes par jour. La fin des travaux est prévue pour 1980-1982. Au 10 juin 1976, environ 12 ha ont été gagnés sur la mer.

Pour cette restructuration, nous avons distingué la surface d'emprise avant le début du chantier de celle prévue à la fin des travaux.

Entre Menton et Théoule, l'étage infralittoral présente des aspects variés : herbiers, fonds rocheux, sableux ou vaseux. Plus de 200 plongées en scaphan-

dre autonome ou en apnée effectuées depuis 10 ans dans ce département, ainsi que l'analyse des rares références bibliographiques concernant les fonds, nous ont permis de découper le littoral des Alpes-Maritimes en 10 secteurs homogènes sur le plan écologique.

Bien entendu, les limites naturelles (caps, pointes) de ces secteurs ne tiennent pas compte des frontières artificielles existantes (territoire, communes, prud'hommes); ainsi, la côte de la Principauté de Monaco est comprise dans le Secteur II.

— L'étage infralittoral des différents secteurs peut présenter une forte, moyenne ou faible couverture végétale. Cependant, la cartographie des herbiers du département est très imprécise (voir le tableau récapitulatif des cartes existantes). En l'absence de ces documents, il est impossible de calculer exactement les surfaces d'herbier disparues sous telle ou telle restructuration. Il faut également rappeler ici que les zones de l'étage infralittoral, où la couverture végétale est faible ou nulle ne présentent jamais des fonds azoïques, on trouve souvent dans ces zones une forte densité d'invertébrés propres au type de substrat et à la profondeur. L'étage infralittoral présente des conditions de milieu qui ne se retrouvent pas dans les étages inférieurs; chaque surface de cet étage possède une potentialité d'existence pour une faune et une flore propres à ces fonds.

Ainsi, pour chaque secteur, nous présentons les résultats suivants :

— brève description de la nature des fonds et de la couverture végétale;

— mesures des surfaces situées entre 0 et — 10 m; — 10 m et — 20 m (tableau I);

— les restructurations (numérotées de 1 à 43), la surface des plans d'eaux et celle des zones émergées gagnées sur la mer (digues et terre-pleins) (tableau II);

— le taux d'occupation par les restructurations de l'étage infralittoral (tableau III);

— les surfaces restructurées avant 1965 et après cette date (tableau IV);

— le linéaire de côte total et celui occupé par les ports (tableau V);

TABLEAU I

*Côte des Alpes-Maritimes et de Monaco. Surface de l'étage infralittoral initial
(avant les restructurations inventoriées).*

Secteurs	Situé entre 0 et - 10 m (en ha)	Situé entre - 10 m et - 20 m (en ha)	Total : situé entre 0 et - 20 m
I) Menton	223,05	143,67	366,72
II) Monaco	187,84	183,34	371,18
III) Beaulieu	210,34	144,96	355,30
IV) Villefranche	77,03	65,40	142,43
V) Baie des Anges-Est	410,57	204,51	615,08
VI) Baie des Anges-Ouest	372,80	164,23	537,03
VII) Antibes	190,69	168,34	359,03
VIII) Golfe-Juan-Lérins	1 085,20	790,10	1 875,30
IX) Cannes	378,96	170,83	549,79
X) Estérel	75,91	79,63	155,54
Totaux	3 212,39 ha	2 115,01 ha	5 327,40 ha

— les résultats totaux concernant le littoral entre Menton et Théoule sont donnés en fin de chaque tableau;

— la carte du littoral des Alpes-Maritimes et de Monaco qui permet de situer les secteurs et chacune des restructurations inventoriées.

III. — RÉSULTATS

Brève description de la nature des fonds et de la couverture végétale de chaque secteur.

III.1. SECTEUR I : MENTON.

Limites : Est : Frontière Italienne
Ouest : Cap Martin.

— Fonds sableux ou vaseux à faible déclivité dans la baie Est et Ouest de Menton, côte rocheuse

sur le Cap Martin. La morphologie, la sédimentologie et la structure de ces fonds ont bien été étudiés par KREMER (1964). Cet auteur indique sur une carte de la nature des fonds la présence d'herbiers, sans spécifier s'il s'agit de *Cymodocea* ou de *Posidonia*.

Une étude réalisée en 1975 pour la ville de Menton par MEINESZ et FALCONETTI a permis de reconnaître les fonds situés entre le vieux port et l'embouchure du Gorbio. Les plongées ont été effectuées du rivage jusqu'à 250 m de la côte. De grands herbiers de *Cymodocea nodosa* ont été rencontrés à partir de — 4,50 m de profondeur. Ces herbiers de densité variable se prolongent au-delà de 250 m du rivage. Quelques mattes de *Posidonies* ont été rencontrées en limite de plongée au Sud-Est de l'embouchure du Gorbio; ces herbiers sont plus fréquents vers le Cap Martin.

D'autres plongées effectuées au voisinage du vieux port de Menton ont permis de constater la présence

TABLEAU II

Côte des Alpes-Maritimes et de Monaco. Inventaire et surfaces des Restructurations.

Secteur et N°		Dénomination de la restructuration	Digues et terre-pleins (en ha)	Plans d'eau (en ha)	Surface totale (en ha)
I	1	Menton - Garavan (Port)	10,36	8,04	18,40
I	2	Menton - Plages alvéolaires	3,45	9,98	13,43
I	3	Menton - Vieux port	2,65	3,58	6,23
I	4	Menton - Terre-plein	2,50	—	2,50
I	5	Roquebrune-Cap Martin - Terre-plein	3,45	—	3,45
II	6	Monaco - Le Sporting Terre-plein	14,25	1,38	15,63
II	7	Monaco - Larvotto - Plages alvéolaires et terre-plein }			
II	8	Monaco - Vieux port	5,00	16,75	21,75
II	9	Monaco - Fontvieille - Terre-plein et port	19,88	6,50	26,38
II	10	Cap D'Ail - Terre-plein et port	2,44	4,28	6,72
III	11	Eze - Silva Maris (Port)	0,25	0,53	0,78
III	12	Beaulieu - Plage alvéolaire	1,51	0,68	2,19
III	13	Beaulieu - Nouveau port	4,30	9,90	14,20
III	14	Beaulieu - Les Fourmis (Port)	0,22	1,00	1,22
III	15	Saint-Jean Cap Ferrat - Nouveau port	4,52	5,80	10,32
IV	16	Villefranche - Terre-plein	0,38	—	0,38
IV	17	Villefranche - Vieux port	0,17	0,26	0,43
IV	18	Villefranche - La Darse (port)	1,24	4,00	5,24
V	19	Nice Port (non compris 7 ha de plan d'eau gagnés sur la terre)	6,93	11,90	18,02
V	20	Nice - Aéroport (avant 1975)	54,00	—	54,00
VI	21	Saint-Laurent du Var - Cap 3000 (Port)	0,28	0,29	0,57
VI	22	Saint-Laurent du Var - Nouveau port	6,63	7,92	14,55
VI	23	Cagnes-sur-Mer - Vieux port	0,43	0,37	0,80
VI	24	Villeneuve-Loubet - Marina Baie des Anges (Port) (non compris 6,95 ha de plan d'eau gagnés sur la terre)	3,25	4,40	7,65
VII	25	Antibes - Port	8,44	37,90	46,34
VII	26	Antibes - La Salis (Port)	0,18	0,87	1,05
VIII	27	Juan-les-Pins - Le Crouton (Port)	0,23	0,27	0,50
VIII	28	Juan-les-Pins - Plage alvéolaire	2,33	0,67	3,00
VIII	29	Juan-les-Pins - Galice (Port)	3,38	3,85	7,23
VIII	30	Golfe-Juan - Port	1,54	7,38	8,92
VIII	31	Cannes - Mouré Rouge (Port)	1,88	3,03	4,91
VIII	32	Cannes - St. Honorat (Port)	0,39	1,54	1,93
IX	33	Cannes - Myca (Port)	0,42	1,93	2,35
IX	34	Cannes - Bijou Plage (plage alvéolaire)	1,70	2,00	3,70
IX	35	Cannes - Canto (Port)	10,76	10,64	21,40
IX	36	Cannes - Vieux port	5,73	17,44	23,17
IX	37	Mandelieu-La-Napoule - Terre-plein	9,13	0,55	9,68
IX	38	Mandelieu-La-Napoule Port	6,02	10,25	16,27
IX	39	Mandelieu-La-Napoule - (Plage alvéolaires)	0,68	6,78	7,46
IX	40	Théoule - La Rague (Port)	2,16	5,86	8,02
IX	41	Théoule - Port	0,34	3,39	3,73
X	42	Théoule - Galère (Port)	0,57	1,12	1,69
X	43	Théoule - Figueirette (Port)	0,92	1,37	2,29
Total : 43 restructurations (Sans les travaux débutés en 1975 dans le secteur V (Aéroport-Port de Commerce))			204,89	213,59	418,48
V	20 bis	Extension de l'aéroport de Nice - Création du port de commerce Travaux en cours débutés en octobre 1975	251,00	25,00	276,00
Total des Restructurations après la fin des travaux en cours dans le secteur V (1980-1982)			455,89	238,59	694,48
Sont : 31 ports ou abris 6 plages alvéolaires 6 terre-pleins (des terres-pleins sont souvent associés aux ports et aux plages alvéolaires)					

TABLEAU III

Côte des Alpes-Maritimes et de Monaco.
Taux d'occupation
par les restructurations de l'étage infralittoral.

Secteurs	Entre 0 et -10 m	Entre -10 et -20 m	Entre 0 et -20 m
I) Menton	19,73 %	0 %	12 %
II) Monaco	24,01 %	13,83 %	18,99 %
III) Beaulieu	13,65 %	0 %	8,08 %
IV) Villefranche	7,85 %	0 %	4,25 %
V) Baie des Anges-Est 1) avant 1975	17,18 %	0,73 %	11,71 %
2) Après la construction de l'Aéroport Port de commerce	68,93 %	31,78 %	56,58 %
VI) Baie des Anges- Ouest	6,32 %	0 %	4,39 %
VII) Antibes	24,85 %	0 %	13,20 %
VIII) Golfe Juan-Lérins	2,44 %	0 %	1,41 %
IX) Cannes	25,27 %	0 %	17,42 %
X) Estérel	5,24 %	0 %	2,56 %
Côte des Alpes-Maritimes 1) Sans l'extension de l'Aéroport - Création du port de commerce de Nice (en construction depuis octobre 1975)	12,19 %	1,27 %	7,95 %
2) Extension de l'Aéroport - Création du Port de commerce compris (Fin des travaux : 1980- 1982)	18,80 %	4,27 %	13,04 %

de *Cymodocea nodosa* qui pénètre par endroits dans le port. L'algue *Caulerpa prolifera* qui constitue également une végétation gazonnante n'a pas été retrouvée et semble avoir disparu dans ce secteur depuis sa signalisation par RAPHÉLIS en 1925 (MEINESZ, 1972). Ce secteur déjà endommagé dans la partie Est est menacé à l'Ouest par toute une série d'ou-

vrages représentant entre 20 et 30 hectares d'emprise sur la mer.

III.2. SECTEUR II : MONACO.

Limites : Est : Cap Martin
Ouest : Pointe Cabuel.

— Les Posidonies sont fréquentes dans tout ce secteur. Leur limite inférieure peut dépasser la profondeur de — 20 m.

Les deux cartes des herbiers de ce secteur publiées en 1928 par OLLIVIER sont vraisemblablement erronées en ce qui concerne leur limite (plus de — 50 m sur ces cartes !).

L'herbier de *Caulerpa prolifera* signalé dans le vieux port de Monaco a disparu (MEINESZ, 1972).

Dans une étude de la plage Mala à Cap d'Ail par ALLENBACH, GLOUX, MORINI et SAGE (1973) on trouve une carte des herbiers effectuée d'après une interprétation d'une photo aérienne. Les herbiers ainsi cartographiés avec précision jusqu'à — 10 m sont certainement des Posidonies.

Ce secteur est gravement endommagé par les restructurations effectuées en Principauté de Monaco où près de 75 % de l'étage infralittoral a été aménagé. L'ouvrage de Fontvieille coupe le secteur en deux car les digues protégeant le terre-plein (qui a totalement fait disparaître la baie de Fontvieille) descendent verticalement à plus de — 20 m réduisant à cet endroit l'étage infralittoral à une paroi verticale de béton.

III.3. SECTEUR III : BEAULIEU.

Limites : Est : Pointe Cabuel
Ouest : Cap Ferrat.

— Les Posidonies sont fréquentes dans tout le secteur. Quelques herbiers de *Cymodocea* se rencontrent par petits fonds (Mer d'Eze et Baie des Fourmis).

TABLEAU VI

*Côte des Alpes-Maritimes et de Monaco.
Surfaces restructurées avant 1965 et après cette date.*

Secteurs	Restructurations réalisées avant 1965	Restructurations réalisées après 1965	Total
I) Menton	6,23 ha (14,16 %)	37,78 ha (85,84 %)	44,01 ha
II) Monaco	21,75 ha (30,86 %)	48,73 ha (69,14 %)	70,48 ha
III) Beaulieu	4,03 ha (14,04 %)	24,68 ha (85,96 %)	28,71 ha
IV) Villefranche	5,67 ha (93,72 %)	0,38 ha (6,28 %)	6,05 ha
V) Baie des Anges-Est			
1) Sans les travaux en cours	23,02 ha (31,96 %)	49,00 ha (68,04 %)	72,02 ha
2) Après la fin des travaux en cours	23,02 ha (6,61 %)	325,00 ha (93,39 %)	348,02 ha
VI) Baie des Anges Ouest	0,80 ha (3,39 %)	22,77 ha (96,61 %)	23,57 ha
VII) Antibes	25,22 ha (53,22 %)	22,17 ha (46,78 %)	47,39 ha
VIII) Golfe-Juan-Lérins	16,26 ha (61,38 %)	10,23 ha (38,62 %)	26,49 ha
IX) Cannes	39,25 ha (40,98 %)	56,53 ha (59,02 %)	95,78 ha
X) Estérel	— (0 %)	3,98 ha (100 %)	3,98 ha
Totaux :			
1) Sans l'extension de l'Aéroport - Création du Port de commerce de Nice (en construction depuis Octobre 1975).	142,23 ha (33,99 %)	276,25 ha (66,01 %)	418,48 ha
2) Extension de l'Aéroport - Création du Port de commerce compris. Fin des travaux : 1980-1982).	142,23 ha (20,48 %)	552,25 ha (79,52 %)	694,48 ha

Une zone de 20 hectares située face au nouveau port de Beaulieu a été cartographiée en plongée avec précision (FALCONETTI, FREDI, JAUBERT, LAFAURIE, LEGER, VAISSIÈRE, 1974). Cette zone où les Posidonies recouvrent plus de 75 % de la surface a servi de réserve expérimentale de 1970 à juin 1975 (LAFAURIE et MEINESZ, 1974). De nombreuses expériences d'enrichissement du milieu y ont été entreprises. Malheureusement les décrets protégeant cette zone ont été abrogés en juin 1975 par manque de crédits pour la surveillance et l'entretien des balises délimitant la réserve.

— L'algue *Caulerpa prolifera* ainsi que les pha-

nérogames marines *Cymodocea nodosa* et *Zostera noltii* ont été implantées avec succès dans la plage alvéolaire de Beaulieu et dans le port des Fourmis (Expériences effectuées en vue de reconstituer une couverture végétale dans les zones vaseuses des ports et des plages alvéolaires) (MEINESZ, 1976).

La densité des bateaux de plaisance liée à la présence de nombreux ports dans (et au voisinage) de ce secteur, menace certaines zones de mouillage. En effet, les ancres de ces bateaux raclent le fond : les herbiers situés face à la plage de Paloma (Saint-Jean Cap Ferrat) ont considérablement été endommagés par le dragage des ancres.

TABLEAU V

*Côte des Alpes-Maritimes et de Monaco.
Linéaire de côte total
et celui occupé par les ports.*

Secteurs	Linéaire du rivage (en mètres)	dont côte ayant été restructurée en ports (en mètres)	Taux d'occupation linéaire
I) Menton	6 724	1 192	17,73 %
II) Monaco	15 199	3 415	22,47 %
III) Beauheue	11 527	1 743	15,12 %
IV) Villefranche	8 057	650	8,07 %
V) Baie des Anges-Est	11 146	4 233*	37,98 %
VI) Baie des Anges-Ouest	11 687	1 395	11,94 %
VII) Antibes	9 396	2 394	25,48 %
VIII) Golfe-Juan-Lérins	26 971	1 373	5,09 %
IX) Cannes	12 103	3 563	29,39 %
X) Estérel	6 292	500	7,95 %
Totaux :	119 102	20 558	17,18 %

* Aéroport compris.
— Ces mesures ont été effectuées au curvymètre (précision ± 5 %), sur des cartes au 1/14 000^e. Pour la côte ayant été restructurée en ports nous avons mesuré le rivage naturel qui a été aménagé (et non les digues extérieures de l'ouvrage)

III.4. SECTEUR IV : VILLEFRANCHE.

Limites : Est : Cap Ferrat
Ouest : Pointe des Sans-Culottes.

— La Rade de Villefranche a été cartographiée par BOURCART (1957). La délimitation des herbiers est peu précise car l'échelle est petite (1/32000). Les herbiers (essentiellement des Posidonies) sont fréquents dans ce secteur et se rencontrent jusqu'à — 28 m. De nombreux témoignages laissent supposer que les herbiers régressent à la limite inférieure. Pour vérifier ces observations une expérience de marquage a été entreprise par un club de plongée (Club Moana de Cagnes-sur-Mer, de la Fédération

Française d'Etudes et de Sports sous-marins). 11 balises de 20 kg ont été disposées par — 28 m de fond à la limite inférieure des Posidonies (face à la plage de Passable) (MEINESZ, 1976).

— Quelques herbiers de *Cymodocea* se rencontrent par petits fonds (Baie de l'Espalmador essentiellement). Les Caulerpes autrefois abondantes dans la rade (et plus particulièrement dans le port de la Darse) ont pratiquement disparu (MEINESZ, 1972).

— Les ceintures de la flore se développant au niveau ont bien été décrites et cartographiées par GUGLIELMI (1969).

III.5. SECTEUR V : BAIE DES ANGES-EST.

Limites : Est : Pointe des Sans-Culottes
Ouest : Rive Ouest du Var.

— Entre la Pointe des Sans-Culottes et le Port de Nice la côte est rocheuse, quelques mottes de Posidonies peuvent encore se rencontrer entre 0 et — 25 m.

Entre la pointe Rauba-Capeu et Carras s'étend une plage de galets. Un sable plus ou moins vaseux se rencontre dès les premiers mètres de profondeur. Entre — 5 m et — 15 m on peut trouver de grands herbiers de la phanérogame *Cymodocea nodosa*. Ces herbiers sont particulièrement denses dans le secteur situé face au littoral délimité à terre par la rue de Rivoli et la rue P. Valéry. Ils n'ont pas été rencontrés face à l'embouchure du Pailon.

La partie Ouest de ce secteur (de Carras à l'embouchure du Var) est constituée d'un vaste plateau de sédiments provenant du Var (environ 450 ha compris entre 0 et — 20 m). Une part importante de ce plateau a été occupée par les travaux d'extension de l'Aéroport de Nice - Côte d'Azur qui de 1930 à 1972 ont réalisé une emprise de 54 ha sur la mer.

Un vaste projet comprenant l'extension de la plate-forme aéronautique et la construction du nouveau port de commerce de Nice est en cours de réalisation; ces travaux portent dès maintenant sur

12 ha et devraient se terminer par une emprise totale de 330 ha dont 25 ha de plan d'eau vers 1980-1982. (Renseignements communiqués par l'Arrondissement du Groupe Transports de la Direction Départementale de l'Équipement).

A cause de la turbidité permanente du Var, cette zone est la plus pauvre en ce qui concerne la flore fixée car elle y est pratiquement inexistante; par contre, on y trouve une faune relativement variée composée de vers, de petits crustacés et mollusques qui sert de nourriture à de nombreuses espèces de poissons (rougets, limandes, soles, etc.) dont l'abondance diminuera dans toute la région à la fin des travaux en cours.

La nature géologique des fonds de ce secteur ont été étudiés successivement par ALLOUC (1969) et par ZARZOZO (1976).

III.6. SECTEUR VI : BAIE DES ANGES-OUEST.

Limites : Est : Rive Ouest du Var
Ouest : Pointe Belaye (Fort Carré d'Antibes).

— La côte présente une plage de galets sur tout le secteur avec un sable plus ou moins vaseux à partir de — 1 m.

Dans la zone comprise entre l'embouchure du Var et le port de Cros-de-Cagnes on retrouve un plateau d'alluvions du Var (126 ha entre 0 et — 20 m). De nombreuses restructurations menacent ces petits fonds riches en faune des substrats meubles. Une étude de la faune et de la flore a été entreprise sur le site du port de Saint-Laurent du Var actuellement en construction (MEINESZ et FALCONETTI, 1975).

Une étude sédimentologique et géochimique des sédiments du delta du Var a été également effectuée récemment par SAGE, 1976.

Quelques herbiers de *Cymodocea nodosa* ont été rencontrés à l'Ouest du port de Cros-de-Cagnes. Les Posidonies ont été signalées uniquement à l'extrême Ouest du secteur (face au Fort Carré d'Antibes).

III.7. SECTEUR XII : ANTIBES.

Limites : Est : Pointe Belaye (Fort Carré d'Antibes)
Ouest : Cap Gros.

— La côte est essentiellement rocheuse avec de belles plages artificielles de sable (la Salis et la Garoupe). De grands herbiers de *Posidonia* se rencontrent dans ce secteur.

Une étude concernant les sédiments marins de cette zone a été entreprise par NESTEROFF (1965). Cet auteur a également cartographié les herbiers mais la carte au 1/90000^e est très imprécise.

III.8. SECTEUR XIII : GOLFE JUAN LÉRINS.

Limites : Est : Cap Gros
Ouest : Pointe de la Croisette.

— Ce secteur comprend les Iles de Lérins.

Ce secteur présente un large plateau continental. La surface des fonds compris entre 0 et — 20 m (1875 ha) représente le tiers des fonds de cette profondeur de tout le département.

La nature des fonds a bien été étudiée successivement par NESTEROFF (1965) puis par une équipe de géologues de l'Université de Nice : BOURGEOIS, CACAN, MONNET et TOFANI (1975). Ces auteurs joignent à leur étude des cartes des herbiers (respectivement au 1/90000^e et au 1/32000^e). L'échelle de ces cartes est trop petite pour une délimitation précise des herbiers et la nature des herbiers n'est jamais donnée dans ces documents.

Dans ce secteur, très riche en flore, les herbiers dominants sont les Posidonies, cependant par petits fonds entre 0 et — 10 m on rencontre de vastes étendues recouvertes par les phanérogames *Cymodocea nodosa* et *Zostera noltii* et par l'algue *Caulerpa prolifera*. (De toutes les côtes continentales

françaises de la Méditerranée c'est dans le Golfe Juan où l'algue *Caulerpa prolifera* est la plus fréquente (MEINESZ, 1972).

III.9. SECTEUR IX : CANNES.

Limites : Est : Pointe de la Croisette
Ouest : Vieux port de Théoule.

— Le Golfe de la Napoule est couvert par l'étude de NESTEROFF (1965). Les herbiers cartographiés sont peu nombreux dans ce secteur. On trouve en effet des Posidonies essentiellement entre la Pointe de la Croisette et le Vieux port de Cannes, puis face à l'embouchure de la Siagne et au voisinage des restructurations de Mandelieu - la Napoule. De grands herbiers de *Cymodocea nodosa* se rencontrent fréquemment par petits fonds.

Un grand nombre de restructurations (9) ont été réalisées dans ce secteur (représentant 95,78 ha) où la zone située entre 0 et — 20 m ne représente que 549,79 ha. Le taux d'occupation par les restructurations est donc important (25,27 % de l'étage infralittoral compris entre 0 et — 10 m). La plupart de ces restructurations ont été réalisées sur des fonds d'herbiers, leur disparition est d'autant plus regrettable que l'on observe dans le Golfe de la Napoule de graves dérèglements écologiques ayant pour cause essentiellement le rejet d'eaux domestiques. La présence de six ports de plaisance dans ce secteur n'est également pas favorable au maintien d'une bonne qualité des eaux de ce secteur.

III.10. SECTEUR X : ESTÉREL.

Limites : Est : Vieux port de Théoule
Ouest : Limite départementale (ouest du port de la Figueirette).

— Côté rocheuse; couverture végétale importante (essentiellement des Posidonies). Secteur compris dans l'étude de NESTEROFF (1965).

IV. — ANALYSE DES RÉSULTATS

Après la fin des travaux en cours dans le secteur V, les 43 ouvrages gagnés sur la mer représenteront 18,80 % de l'étage infralittoral compris entre 0 et — 10 m et 4,27 % de l'étage infralittoral compris entre — 10 m et — 20 m, soit 13,04 % de la zone comprise entre 0 et — 20 m. Les restructurations ont donc sensiblement réduit la zone de vie intense de la côte des Alpes-Maritimes et de Monaco.

— Sur les 694,48 ha gagnés sur la mer, 455,89 représentent des surfaces occupées irréversiblement (terre-pleins ou digues des ouvrages) et 238,59 ha représentent les plans d'eaux des ports (216,55 ha) ou des plages alvéolaires (22,04 ha). Dans ces plans d'eaux, souvent pollués par l'activité humaine, la faune et la flore ont toujours été modifiées sensiblement dans un sens le plus souvent dommageable (appauvrissement qualitatif et quantitatif).

— Ce sont les fonds situés entre 0 et — 10 m qui sont les plus occupés par les restructurations (604,11 ha) contre 90,37 ha entre — 10 et — 20 m. Cette constatation a une grande importance car cela démontre bien que les ouvrages gagnés sur la mer sont réalisés le plus souvent dans des zones à pente douce, par petits fonds où le prix de revient des ouvrages est le moins élevé. Or cette zone superficielle de l'étage infralittoral présente une flore et une faune spécifique (photophiles) qui sont ainsi plus particulièrement menacées.

— 66,01 % des restructurations ont été réalisées depuis 1965 (276,25 ha). Si l'on ajoute l'extension de l'Aéroport de Nice et le port de commerce (actuellement en construction) les restructurations réalisées depuis 1965 représenteront 552,75 ha, soit 79,52 %.

— En ce qui concerne la couverture végétale, les différents secteurs présentent de grandes variations.

Nous pouvons distinguer :

a) Les secteurs à forte couverture végétale (minimum 50 %) (essentiellement des Posidonies) : II -

Monaco; III - Beaulieu; IV - Villefranche; VII - Antibes; VIII - Golfe-Juan-Lérins; X - Estérel.

b) Les secteurs à couverture végétale moyenne (entre 25 et 50 %) (Cymodocées et Posidonies). I - Menton; IX - Cannes.

c) Les secteurs à couverture végétale faible (inférieure à 25 %) (quelques herbiers de Cymodocées; Posidonies très rares ou absentes). V - Baie des Anges-Est; VI - Baie des Anges-Ouest.

— Ces différents secteurs ont un plateau continental plus ou moins exigu; ainsi il faut noter que les fonds compris entre 0 et — 20 m occupent dans le secteur VIII - Golfe-Juan-Lérins : 1 875,30 ha, ce qui représente le tiers de toute la surface de ces fonds dans le département.

— Les taux d'occupation de l'étage infralittoral par les restructurations sont également très inégaux par secteurs; les plus modifiés par les aménagements sont les secteurs VI - Baie des Anges-Est (après les travaux en cours : 56,58 %); VII - Monaco (18,99 %) et IX - Cannes (17,42 %).

Les moins touchés sont les secteurs IV - Villefranche : 4,25 %; X - Estérel : 2,56 % et XIII - Golfe-Juan (1,41 %). Il faut également considérer l'importance d'une restructuration dont la plus grande partie est actuellement en construction : le complexe Aéroport - port de commerce de Nice qui représente 330 hectares.

— La disparition de la vie sous-marine sous une restructuration d'une certaine surface est irréversible et nous avons mesuré l'importance de cette destruction. Malheureusement la dégradation du milieu imputable aux restructurations ne se limite pas à une disparition de surface : toute une série de retombées néfastes est liée à l'aménagement du littoral. Ces retombées sont beaucoup plus difficiles à évaluer.

Nous pouvons citer principalement :

a) *Diminution de l'Oxygénation des eaux littorales:*

La disparition d'un herbier sous une restructuration entraîne une diminution notable de la production d'oxygène. Un herbier sous-marin de *Cymodocea Caulerpa* dégage entre 13 et 24 grammes (soit 9,1 et

16,8 litres) d'oxygène par 24 heures et par mètre carré (mesures effectuées par — 5 m en septembre à Villefranche-sur-Mer par GESSNER et HAMMER, 1960). En général il est reconnu que la couverture végétale du littoral produit beaucoup plus d'oxygène qu'une surface identique située au large où la production d'oxygène provenant du plancton végétal est de l'ordre de 10 à 100 fois inférieure. Cette production littorale d'Oxygène est souvent indispensable pour maintenir la qualité des eaux pendant les périodes estivales où les masses d'eaux sont peu renouvelées par les courants et peu brassées par l'agitation de l'eau.

b) *Nouvelles sources de pollution chimique ou organique :*

Les plans d'eaux des ports (31 dans le département) sont souvent des zones turbides polluées soit par le rejet des eaux domestiques des navires en stationnement, soit par le rejet de détergents, de combustibles, d'huiles et de peintures antisalissures (AUBERT et AUBERT, 1973). L'eau du plan d'eau ainsi polluée se répand toujours petit à petit à l'extérieur de l'ouvrage.

c) *Dragage des fonds par les ancres des bateaux :*

Chaque embarcation qui mouille son ancre provoque une petite destruction des fonds. Or le nombre d'embarcations est en train d'augmenter considérablement parallèlement à la multiplication des ports de plaisance. Dans les Alpes-Maritimes, on dénombrait 3 500 postes à quai en 1965; en 1975 le nombre d'anneaux s'élevait à 13 500 et on prévoit 20 000 anneaux pour 1985.

Actuellement, les zones de mouillage les plus fréquentées présentent un fond d'aspect désolé où les herbiers ont été raclés par les ancres.

Ainsi, l'augmentation des ports de plaisance et donc de capacité d'accueil de bateaux entraîne, par le mouillage des ancres, la dégradation des zones naturelles du département. (Les exemples les plus frappants sont les mouillages de Paloma (Pointe St-Hospice Cap Ferrat), de l'Espalmador (rade de Villefranche) et entre les Iles de Lérins.

d) *Dérèglements écologiques :*

Un grand nombre de constructions portuaires sont édifiées dans des criques ou baies abritées, ce qui supprime systématiquement un biotope particulier notable de la faune vagile (essentiellement les poissons, les céphalopodes et certains crustacés) qui fréquentaient ces lieux d'une manière permanente ou épisodique, pour son habitat ou pour y assumer la nutrition ou la reproduction.

De même la disparition d'un fond d'herbier ou d'un fond meuble (sable ou vase) entraîne une diminution notable de la faune vagile (essentiellement les poissons, les céphalopodes et certains crustacés) qui fréquentaient ces lieux d'une manière permanente ou épisodique, pour son habitat ou pour y assumer la nutrition ou la reproduction.

La disparition de ces zones biologiquement importantes entraîne toute une série de dérèglements écologiques qui seront ressentis dans un vaste rayon autour de la zone détruite.



Enfin la transformation de la côte, qui perd son aspect naturel et l'augmentation de sa fréquentation ont pour conséquence une série de répercussions d'ordre sociologique.

Ainsi, en ce qui concerne la baignade, il faut considérer que le potentiel d'accès à la mer a été très réduit par la construction de 31 ports, qui représentent 20 500 m de côte sur les 119 000 m de côtes comprises entre Menton et Théoule, soit une occupation linéaire de 17,18 % (tableau V).

Le linéaire de côte non restructuré en ports, présente des zones aptes ou inaptes aux activités balnéaires et bien entendu, beaucoup de ces zones ont subi un aménagement terrestre important (engraissement — accès routier), ce qui a permis la création ou l'amélioration de nombreuses plages. Cependant, on assiste actuellement à une concurrence entre les deux principales activités liées à la mer, que sont la Plaisance et la Baignade. Ainsi, de nombreuses constructions récentes de ports et la plupart des projets actuels portent sur des zones parfaitement aptes à être aménagées pour la baignade. Pour compenser la destruction d'une zone apte à la baignade (et où s'obser-

ve souvent déjà une activité balnéaire) par la construction d'un port de plaisance, on a tendance à jumeler l'ouvrage portuaire avec des plages alvéolaires. Or, si l'intégrité de la surface de plage naturelle (préexistante) peut être recréée et même augmentée, c'est au détriment du linéaire d'accès à la mer et trop souvent de la qualité des eaux de baignade. Pour obtenir un tel gain de surface il faut « engraisser » la plage et protéger les matériaux par une digue, ce qui donne à la plage l'aspect d'une alvéole. Les eaux ainsi cloisonnées sont peu renouvelées et la morphologie de la plage favorise l'accumulation de nombreuses matières organiques d'origine très variées qui se décomposent surtout l'été où les eaux sont stagnantes et chaudes. En outre, une forte sédimentation de matières très fines s'observe également dans ces plages. La vase ainsi formée est vite soulevée par les baigneurs, ce qui donne aux eaux des plages alvéolaires un aspect souvent turbide. Il existe actuellement entre Théoule et Menton six ensembles de plages alvéolaires qui présentent avec plus ou moins d'importance ces inconvénients.

— Pour la plaisance il faut constater que l'augmentation du nombre de bateaux est tel que lors des périodes de pointe on assiste à une saturation de la navigation côtière. Le plaisancier qui quitte le port ne trouve plus de crique ou de baie naturelle relativement isolée. Entre les Iles de Lérins et dans la rade de Villefranche on assiste l'été à un tel encombrement que la navigation maritime y a été réduite à 3 nœuds par un décret, comme dans les ports !

— La pêche professionnelle doit faire face à des problèmes multiples : diminution de la faune, disparition de zones de pêche sous des restructurations, difficultés pour les pêcheurs de pratiquer leur métier pendant la période estivale tant les plaisanciers sont nombreux ; la « visite » ou la détérioration des filets par les plaisanciers ou les plongeurs sont fréquents.

Actuellement, lors de chaque restructuration, détruisant une zone de pêche, des indemnisations sont versées aux pêcheurs des prud'hommes voisines qui, dans certains ports, sont aussi indemnisées pour le préjudice subi en période estivale.

V. — MESURES DE PROTECTION ENVISAGEABLES

L'intérêt touristique et parfois social des quarante-trois ouvrages édifiés n'est certes souvent pas discutable, cependant, l'ensemble de la dégradation qu'ils ont provoquée diminue les qualités de l'eau et a modifié l'équilibre écologique naturel. Les effets néfastes sont déjà ressentis par les plaisanciers et les baigneurs.

L'arrêt total de l'aménagement côtier reste encore utopique; cependant, la destruction de l'étage infralittoral peut et doit être limitée.

Cette limitation pourrait être définie par secteur écologique en fonction notamment du pourcentage d'occupation de l'étage infralittoral par les restructurations et de la biologie des fonds concernés. Un véritable plan d'occupation à très long terme de l'étage infralittoral pourra ainsi être défini. L'application rigoureuse de ce plan pourrait réduire efficacement les ambitions concernant le domaine maritime public de toutes les communes littorales. Il pourrait garantir certaines zones indispensables au maintien d'un équilibre écologique déjà très fragile.

Ce plan d'occupation serait infiniment plus utile et important que l'analyse ponctuelle effectuée lors de chaque projet qui permet difficilement de donner un jugement d'ensemble concernant son opportunité dans le contexte d'une côte présentant 43 restructurations réparties sur 120 kilomètres. L'étude écologique ponctuelle et précise effectuée lors de la préparation du dossier d'un projet de restructuration n'est utile que pour adapter éventuellement le projet en fonction des fonds d'un site choisi ce qui permet de préserver des zones écologiquement importantes sur le seul site du projet.

Pour établir ce plan d'occupation de l'étage infralittoral il faut améliorer nos connaissances sur cette zone. La cartographie précise de tous les herbiers qui doivent être protégés doit être entreprise. Le tableau VI montre la pauvreté et l'imprécision de nos connaissances concernant la répartition des her-

biers sur notre côte. Cette cartographie est d'autant plus importante que nombre d'observations laissent supposer que la limite inférieure des herbiers remonte sous l'effet de l'augmentation de la turbidité des eaux littorales. (Ceci a également été constaté sur les côtes des Bouches-du-Rhône et du Var : PERES et PICARD, 1975). Des marquages peuvent également témoigner avec une plus grande précision la régression éventuelle de la limite inférieure des herbiers. Un premier marquage de ce type a été effectué par des plongeurs d'un club local (Club Moana de Cagnes-sur-Mer, affilié à la Fédération Française d'études et de sports sous-marins); 11 balises de béton ont été disposées en juin 1975 à la limite inférieure des Posidonies par — 28 m dans la rade de Villefranche (MEINESZ, 1976).

Parallèlement à ces mesures limitatives concernant l'occupation de l'étage infralittoral, des mesures vigoureuses de protection et d'enrichissement doivent être entreprises.

La principale mesure de protection consiste à créer des réserves. Des réserves sous-marines existent déjà sur les côtes françaises de la Méditerranée : parc national sous-marin de Port-Cros (Var); façade maritime du parc régional de la Corse (entre Calvi et Cargèse); réserve sous-marine entre Cerbère et Banyuls (Pyrénées orientales). Dans ces réserves de grande surface on applique avec plus ou moins de rigueur des interdictions diverses pour protéger la faune et la flore; ces seules mesures suffisent à préserver en ces lieux une vie infralittorale encore très riche.

Dans les Alpes-Maritimes, la physionomie du littoral et la densité de sa fréquentation ne permettent plus la création de réserves importantes. Seules des réserves de petite surface peuvent être implantées sans trop léser pêcheurs ou plaisanciers. Mais pour qu'elles soient efficaces ces réserves doivent être nombreuses et leur richesse doit être entretenue artificiellement.

Un tel réseau de réserves (au moins une par secteur) sur le littoral des Alpes-Maritimes permettrait de maintenir les espèces menacées qui pourraient s'y reproduire et se répandre hors des zones protégées.

TABLEAU VI

*Côte des Alpes-Maritimes et de Monaco.
Connaissances actuelles concernant la cartographie des herbiers.*

Auteurs	Date et n° de la carte (ou page)	Situation de la zone cartographiée	Echelle	Précision
KREMER	1974 Fig. 27 p. 89	Frontière italienne au Cap-Martin.	$\frac{1}{25000}$	Quelques herbiers sont cartographiés mais leur nature n'est pas précisée (Cymodocées ou Posidonies ?).
MEINESZ FALCONETTI	1975	Menton - Baie Ouest, du vieux Port à l'embouchure du Gorbio.	$\frac{1}{2000}$	Levés effectués en plongée sous-marine. Nature des herbiers bien indiqués. Ne couvre pas la limite inférieure.
OLLIVIER	1929	1) Carte du Cap-Martin à Monaco. 2) Carte de Monaco au Cap-Roux.	$\frac{1}{20000}$ $\frac{1}{20000}$	Indique bien la nature des herbiers cartographiés. (<i>Posidonia Caulerpa</i>). Cartes cependant peu précises ; la limite inférieure des herbiers de Posidonies semble souvent erronée.
ALLENBACH GLOUX MORINI SAGE	1973	Plage Mala (Cap d'Ail)	$\frac{1}{1000}$	Carte très précise effectuée d'après interprétation d'une photo aérienne qui a permis de cartographier les herbiers (qui sont certainement des Posidonies) jusqu'à - 10 m, ne couvre donc pas la limite inférieure.
FALCONETTI FREDJ JAUBERT LAFAURIE LEGER VAISSIERE	1974	Beaulieu Face au nouveau Port	$\frac{1}{1000}$	Carte très précise, levées effectuées en plongée sous-marine. Etat de l'herbier (Posidonies) est précisé. Ne couvre que la surface (10 ha) de l'ancienne réserve (- 15 m maximum).
BOURCART	1957	Rade de Villefranche	$\frac{1}{30000}$	L'échelle choisie donne peu de précision pour la délimitation des herbiers.
NESTEROFF	1965 p. 11	d'Antibes à l'Estérel	$\frac{1}{90000}$	L'échelle choisie est imprécise pour la délimitation des herbiers. Nature de l'herbier pas précisée. (On rencontre dans cette zone avec les Posidonies de vastes surfaces de <i>Cymodocea</i> et de <i>Caulerpa</i>).
BOURGEOIS CACAN MONNET TOFANI	1975 n° 11	Golfe-Juan du Cap d'Antibes au Cap de la Croisette.	$\frac{1}{32000}$	Beaucoup plus précise que celle de Nesteroff (couvrant la même zone) mais échelle encore trop petite pour la délimitation des herbiers. Nature des herbiers non précisée.

Pour enrichir ces réserves on peut créer des récifs artificiels; un grand nombre d'expériences ont déjà été réalisées par différents organismes en France et hors de France. En effet, la présence de substrat

solide dans l'étage infralittoral est toujours accompagnée d'une flore importante et d'une faune abondante. Des récifs artificiels constitués simplement d'amas de blocs rocheux disposés à des profondeurs

variées entre les herbiers contribueraient certainement à enrichir une zone déterminée où le substrat rocheux est rare (une expérience de ce type a été réalisée avec succès dans l'ancienne réserve expérimentale de Beaulieu, MEINESZ, 1974).

On peut également enrichir le milieu en lâchant de jeunes poissons ou de jeunes invertébrés préalablement élevés soit dans une enclave de la réserve soit dans des Centres spécialisés. Pour que l'effet souhaité soit constaté il faut se limiter à des espèces littorales non migratrices et dont le mode de nutrition correspond aux sites proposés. Une expérience de ce genre a été réalisée récemment par des plongeurs de la Fédération Française d'études et de sports sous-marins de Marseille : un millier de jeunes loups (*Dicentrarchus labrax*) marqués ont été lâchés.

Les végétaux peuvent également être implantés dans des zones appauvries (après que les causes de cet appauvrissement soient réduites ou éliminées). En Méditerranée, seules quelques espèces constituant une flore gazonnante et persistante sont intéressantes pour des essais d'implantation. Des expériences de repiquage et de semis de Posidonies sont entreprises depuis plusieurs années à Giens (Var) (réalisées par un mann-pêcheur : COOPER aidé par les membres d'une association qu'il a créée). La progression latérale des Posidonies est très lente (approximativement un mètre tous les dix ans). Leur implantation peut donc être prévue pour obtenir des résultats à très long terme.

Nous avons également tenté l'implantation de l'algue *Caulerpa prolifera* par bouturage sur fonds vaseux de ports ou de plages alvéolaires (MEINESZ, 1976). Les premiers résultats sont encourageants : pour 0,76 m² de végétation implantée (comprenant l'algue *Caulerpa prolifera* associée aux phanérogames *Cymodocea* et *Zostera*) nous avons obtenu après une saison 28,13 m² de couverture végétale. Cette végétation fixe la vase des zones artificiellement cloisonnées et oxygène les eaux peu brassées et peu renouvelées (surtout l'été).

VI. — CONCLUSION

Cette étude a mis en évidence l'importance des aspects dommageables des restructurations sur le milieu marin de la zone infralittorale des Alpes-Maritimes.

Nulle part en Méditerranée, on ne trouve un tel taux d'occupation de l'étage infralittoral par des ouvrages artificiels. Ces réalisations ont pour but d'attirer un maximum de touristes en leur offrant un vaste éventail de loisirs liés à la mer. Mais leur multiplication aboutit à la saturation du bord de mer, pouvant entraîner la dégradation du milieu marin littoral et de ce fait une diminution de la qualité du loisir proposé.

Il faut dorénavant considérer ces restructurations comme une nouvelle atteinte à l'équilibre marin du littoral au même titre que tous les autres types de pollution mais avec comme principale caractéristique, l'irréversibilité de la dégradation.

La côte des Alpes-Maritimes constitue un précédent : de nouvelles réglementations de l'aménagement tenant compte de la vie infralittorale devront être définies et des mesures vigoureuses de protection doivent être décidées.

La faune et la flore se sont déjà considérablement appauvries : la destruction est exprimée en centaine d'hectares et elle concerne plusieurs milliers d'espèces qui vivent uniquement dans les vingt premiers mètres d'eau et qui contribuent à maintenir une bonne qualité des masses d'eaux littorales.

Les hommes ont été sensibilisés, à juste titre, aux effets des grands fléaux affectant le milieu marin : mazout, mercure, boues rouges ou pollution bactérienne. Nous avons la conviction que pour la *vie infralittorale des Alpes-Maritimes*, la destruction irréversible due aux aménagements côtiers dépasse et de loin les effets conjugués de ces pollutions sur cette zone de vie intense.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLENBACH (M.), GLOUX (B.), MORINI (Y.), SAGE (L.), 1973. — Etude de la plage Mala - Cap d'Ail (A.M.). Publication du Laboratoire de Géologie et de Sédimentologie de l'Université de Nice, 9 p. et 4 cartes.
- ALLOUC (J.), 1969. — Etude des sédiments actuels du précontinent niçois. Diplôme d'études supérieures. Université de Nice. Laboratoire de Géologie et de Sédimentologie, 130 p.
- AUBERT (M.), AUBERT (J.), PINCEMIN (J.M.), DESIROTTE (N.), BRETTMEYER (J. Ph.), 1972. — Restructuration des rivages et pollutions secondaires. Etude de l'eutrophisation de zones portuaires. *Rev. Intern. Océanogr. Méd.*, 26, 53-64.
- AUBERT (M.) et AUBERT (J.), 1973. — Pollutions marines et aménagement des rivages. *Rev. Intern. Océanogr. Méd.*, 309 p.
- BOURGEOIS (R.), CACAN (C.), MONNET (M.), TOFANI (R.), 1975. — Les Fonds marins du Golfe-Juan (A.-M.). Thèse de doctorat de spécialité. Université de Nice. Laboratoire de Géologie et de Sédimentologie, I, 104 p; II, 294 p; annexe : 32 cartes.
- BOURCART (J.), 1957. — Géologie sous-marine de la Baie de Villefranche. *Ann. Inst. Océanogr. Monaco*, 23, 3, 137-200.
- FALCONETTI (C.), FREDJ (G.), JAUBERT (J.), LAFABRIE (M.), LÉGER (G.), VAISSIÈRE (R.), 1974. — Relevés topographique et biocénétique précis d'un parc expérimental sous-marin (Beaulieu-sur-mer, Alpes-Maritimes, France). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 22, 6, 109-112.
- GESSNER (F.), HAMER (L.), 1960. — Die primärproduktion in Mediterranen *Caulerpa* - *Cymodocea* - Wiesen. *Botanica Marina*, 2, 157-163.
- GUGLIELMI (G.), 1969. — Contribution à l'étude des Algues du Cap-Ferrat. Diplôme d'études supérieures. Université de Nice. Laboratoire de Botanique, 99 p; 55 pl; 5 cartes.
- KREMER (Y.), 1974. — Littoral et précontinent de Menton (A.-M.). Morphologie, sédimentologie et structure. Thèse de doctorat de spécialité. Université de Nice. Laboratoire de Géologie et de Sédimentologie, 160 p.
- LAFABRIE (M.) et MEINESZ (A.), 1974. — Création d'un parc sous-marin de repeuplement expérimental (Beaulieu-sur-mer, Alpes-Maritimes, France). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 22, 6, 103-105.
- MEINESZ (A.). 1972. — Répartition de *Caulerpa prolifera* (Forsk.) Lamouroux. Sur les côtes continentales françaises de la Méditerranée. *Téthys*, 4, 4, 843-858.
- MEINESZ (A.) et FALCONETTI (C.), 1975. — Aménagement de la commune de Saint-Laurent-du-Var. Etude des peuplements benthiques végétaux et animaux. (Etude réalisée sur commande de la Direction départementale de l'Équipement et du Logement des Alpes-Maritimes au Laboratoire de Biologie Générale de l'Université de Nice (Nice), 13 p., 7 pl., 5 photos.
- MEINESZ (A.) et FALCONETTI (C.), 1975. — Aménagement de la Baie Ouest de Menton. Etude des peuplements benthiques végétaux et animaux. (Etude réalisée sur convention entre la ville de Menton et le Laboratoire de Biologie Générale de l'Université de Nice). 16 p. 11 pl., 20 photos.
- MEINESZ (A.) et LEFÈVRE (J.R.), 1976. — Note préliminaire concernant la destruction de l'étage infralittoral des Alpes-Maritimes (France) et de Monaco par les restructurations du rivage. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, sous presse.
- MEINESZ (A.), 1976. — Note préliminaire concernant quelques expériences de destruction de végétaux marins, en particulier de l'algue *Caulerpa prolifera* (Forsk.). Lamouroux. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, sous presse.
- MEINESZ (A.), 1976. — Balisage de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* en rade de Villefranche-sur-mer (Alpes-Maritimes, France). *Rapp. Comm. Int. mer Médit.*, sous presse.
- NESTEROFF (W.), 1965. — Recherches sur les sédiments marins actuels de la région d'Antibes. *Ann. Inst. Océanogr.*, 43, 136 p.
- OLLIVIER (G.), 1929. — Etude de la flore marine de la Côte d'Azur. *Ann. Inst. Océanogr.*, 7, 3, 173 p., 2 cartes.
- PÈRES (J.M.) et PICARD (J.), 1975. — Causes de la raréfaction et de la disparition des herbiers de *Posidonia oceanica* sur les côtes françaises de la Méditerranée. *Aquatic Botany*, 1, 133-139.
- RAPHÉLIS (G.), 1925. — Sur la végétation de *Caulerpa prolifera* (Forsk.) Lamour., *Rev. Alg.*, 2, 2, 170-174.
- SAGE (L.), 1976. — Etude sédimentologique et géochimique de sédiments deltaïques. Embouchure du Var. Thèse de spécialité en préparation. Université de Nice. Laboratoire de Géologie et de Sédimentologie.
- ZARZOZO (A.), 1976. — Evolution du littoral niçois. Sédimentologie littorale. Quaternaire sous-marin. Thèse de doctorat de spécialité. Université de Nice. Laboratoire de Géologie et de Sédimentologie. 214 p.

AUTRES DOCUMENTS CONSULTÉS :

Statistiques de la Navigation de Plaisance. Secrétariat Général de la Marine Marchande; années 1969 à 1975.

« Arrivée au Port ». De Menton à Villefranche. N° 1, mai 1974, 63 p.

Préparation des schémas directeurs d'aménagement et d'urbanisme. Propositions pour l'aménagement du rivage des Alpes-Maritimes - Département des Alpes-Maritimes. Direction de l'Équipement et du Logement. O.D.E.A.M., avril 1973, 36 p.

CARTES UTILISÉES

CARTES DU SERVICE HYDROGRAPHIQUE DE LA MARINE (S.H.M. et S.H.O.M.)

- 1) Environs de Menton (N° 5208). 1/14 400° (dernière correction : 1969).
- 2) Environs de Monaco (N° 5207). 1/14 000° (dernière correction : 1973).
- 3) Environs de Nice et de Villefranche (N° 5176). 1/14 400° (dernière correction : 1969).
- 4) Rade de Villefranche (N° 4708). 1/7 200° (dernière correction : 1969).
- 5) Golfe-Juan - Îles de Lérins - Antibes (N° 5122). 1/14 400° (dernière correction : 1974).
- 6) Golfe de la Napoule - Rade de Cannes (N° 5113). 1/14 000° (dernière correction : 1974).
- 7) D'Antibes à Menton (N° 5347). 1/49 700° (dernière correction : 1975).
- 8) Du Cap Dramont au Var (N° 5341). 1/49 000° (dernière correction : 1975).

CARTES DE L'INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL (I.G.N.)

- 1) Beausoleil (Monte-Carlo). 1/5 000° (dernière mise à jour : 1973).
- 2) Cap d'Ail (Monaco). 1/5 000° (dernière mise à jour : 1973).
- 3) Beaulieu-sur-mer. 1/5 000° (dernière mise à jour : 1973).
- 4) Théoule-sur-mer. 1/5 000° (dernière mise à jour : 1973).
- 5) Nice 1 - 2. 1/25 000° (dernière mise à jour : 1947).
- 6) Grasse 3 - 4. 1/25 000° (dernière mise à jour : 1930).
- 7) Grasse 7 - 8. 1/25 000° (dernière mise à jour : 1959).

PHOTOCARTE

DU CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCÉANS (C.N.E.X.O.)

- 1) Littoral des Alpes-Maritimes : Nice. 1/25 000° (1972).

PLANS DU BUREAU D'ÉTUDE DE LA DIRECTION DÉPARTEMENTALE (ALPES-MARITIMES) DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

- 1) St-Laurent-du-Var (N° B 41). 1/2 000° (1975).
- 2) Aéroport de Nice - Côte d'Azur. 1/10 000° (1975).

PLANS DE LA CELLULE D'INTERVENTION CONTRE LA POLLUTION DES ALPES-MARITIMES (C.I.P.A.L.M.) (1974)

- | | |
|-----------------------------------|-------------|
| 1) Port de Menton-Garavan | : 1/4 000°. |
| 2) Port de Menton | : 1/2 000°. |
| 3) Port de Cap d'Ail | : 1/3 000°. |
| 4) Port de Silva Maris | : 1/ 588°. |
| 5) Port de Beaulieu | : 1/3 000°. |
| 6) Port de St-Jean-Cap-Ferrat | : 1/1 000°. |
| 7) Port de Villefranche Santé | : 1/1 000°. |
| 8) Port de Villefranche Darse | : 1/2 000°. |
| 9) Port de Nice | : 1/5 000°. |
| 10) Port de Cros-de-Cagnes | : 1/1 000°. |
| 11) Port de Marina-Baie-des-Anges | : 1/3 000°. |
| 12) Port Vauban-Anse-St-Roch | : 1/5 000°. |
| 13) Port de La Salis | : 1/ 819°. |
| 14) Port du Crouton | : 1/1 000°. |
| 15) Port Gallice | : 1/2 500°. |
| 16) Port de Golfe-Juan | : 1/3 000°. |
| 17) Port du Moure-Rouge | : 1/2 500°. |
| 18) Port Cannes Myca | : 1/1 000°. |
| 19) Cannes Vieux Port | : 1/3 000°. |
| 20) Port Canto | : 1/4 000°. |
| 21) Port de St-Honorat | : 1/1 500°. |
| 22) Terre-Plein de La Napoule | : 1/5 000°. |
| 23) Port de La Napoule | : 1/5 000°. |
| 24) Port de La Rague | : 1/5 000°. |
| 25) Port de Théoule | : 1/2 000°. |
| 26) Port de la Figueirette | : 1/2 000°. |

AUTRES PLANS OU DOCUMENTS CONSULTÉS

- 1) Plan du Port de St-Jean-Cap-Ferrat (édité par le port), 1/2 000°.
- 2) Carte de la Baie de Beaulieu - Laboratoire de Biologie Générale. Université de Nice. Édité en 1970, 1/10 000°.
- 3) Cartes de l'Office départemental d'études des Alpes-Maritimes (O.D.E.A.M.).
(Schéma directeur d'aménagement urbain : Propositions pour l'aménagement du rivage des Alpes-Maritimes). 2 cartes éditées en 1973, au 1/20 000°.
- 4) Photo aérienne, auteur : Y. COLLET, prise à 5300 m d'altitude et couvrant le rivage compris entre Menton et Cagnes-sur-Mer, février 1976, échelle approximative : 1/6 000°.

RÉSUMÉS DE THÈSES

CLABAULT (G.). — *Etude écologique du Houx (Ilex aquifolium L.) : analyse stationnelle et étude écophysologique de la photosynthèse*. Thèse de 3^e cycle, Université de Paris-Sud, Orsay, 18 mai 1978, 146 p. (Jury : MM. LEMÉE, CHAMPAGNAT, VIEIRA DA SILVA, M^{me} MOUSSEAU).

Les travaux de LEMÉE sur les écosystèmes forestiers constitués par les parcelles de la forêt de Fontainebleau de la Tillaie et du Gros-Fouteau, érigées en réserves biologiques, montrent que le Houx peut être un composant important de deux des trois groupements végétaux reconnus. Alors qu'ils restent clairsemés dans la Tillaie, les pieds de Houx forment au Gros Fouteau une strate arbustive importante sous l'aspect de fourrés denses plus ou moins étendus. Une carte de la structure du peuplement ligneux de cette parcelle établie à l'échelle de 1/1 000^e par BEDENEU en 1971 a permis de constater que ces fourrés de houx couvrent 10 % de la surface.

L'étude statistique de leur répartition dans l'ensemble de la parcelle du Gros-Fouteau démontre que leur distribution n'obéit pas à un modèle aléatoire mais qu'elle est de type contagieux. La recherche de leur localisation vis-à-vis des stades du peuplement de hêtres (clairières ouvertes, fourrés et gaulis, futaie jeune, futaie ancienne) a montré une nette sous-représentation dans les peuplements jeunes de hêtres, son indifférence vis-à-vis de la futaie et une préférence pour les clairières. La présence dans la futaie ancienne de nombreux chênes sessiles âgés, témoins d'une phase de chênaie antérieure à la hêtraie actuelle permettait, grâce à leur localisation cartographique, de rechercher une liaison possible avec la répartition du houx. L'établissement de la table de contingence entre présence-absence du houx et présence-absence du chêne et l'application du test χ^2 aux résultats montrent une liaison statistique positive entre ces deux espèces. Ainsi le houx a le comportement d'une espèce préférante d'ombre modérée.

Cette amplitude de répartition du houx vis-à-vis du rayonnement pose le problème de son adaptation à l'ombrage. L'étude des influences stationnelles sur la croissance, la morphologie et l'anatomie foliaire met en évidence sa très grande *plasticté* : indice de surface

foliaire, durée de vie des feuilles, structure et anatomie foliaires, densité des stomates, contenu en chlorophylle sont autant de paramètres fortement liés à l'ombrage. Ainsi suivant ce facteur il a pu être reconnu deux accommodats extrêmes de station découverte et de station fortement ombragée encadrant un type moyen abondamment représenté sous les futaies.

L'action des principaux facteurs physiques sur la photosynthèse de feuilles détachées de Houx d'ombre et de lumière, a été étudiée au laboratoire en conditions contrôlées. L'analyse des courbes d'action de la lumière sur la photosynthèse chez les deux accommodats d'ombre forte et de pleine lumière montre des différences importantes qui varient selon l'âge des feuilles. Cependant, parmi les changements observés, ceux qui conduisent à une meilleure utilisation de l'énergie sous ombrage sont limités : ainsi observe-t-on un faible abaissement du point de compensation lumineux et de l'énergie au plateau de saturation seulement chez les feuilles d'ombre juvéniles.

L'activité photosynthétique nette (mesurée sous conditions optimales) de feuilles de Houx est nettement inférieure à celle des espèces décidues, hêtre et chêne : 7,8 mg CO₂dm⁻²h⁻¹ pour les feuilles de lumière juvéniles et 6,7 pour celles âgées d'un an. Elle diminue ensuite avec l'âge, tombant à 3,3 pour les feuilles de 2 ans et à 2,5 pour celles de 3 ans. La photosynthèse maximale des feuilles d'ombre forte est toujours très inférieure : elle tombe de 4,2 mg CO₂dm⁻²h⁻¹ pour les feuilles de 1 mois à 1,5 pour celles de 3 ans. La persistance des feuilles permet cependant de compenser ce faible taux d'assimilation ; de plus l'étude des variations saisonnières de la courbe photosynthèse/température montre la possibilité d'une photosynthèse hivernale positive lorsque la température est supérieure à 0 °C. Ceci est un facteur important dans la survie du Houx sous ombrage estival intense ; en effet, 80 % de l'énergie radiative qui parvient aux fourrés d'ombre sont reçus durant la phénophase défeuillée, c'est-à-dire pendant la saison froide et au début du réchauffement printanier.

Une autre particularité du Houx est sa xéromorphie qui pose le problème de son comportement écophysologique de xérophyte. En fait, les résultats de l'étude expérimentale de l'action de l'état hydrique foliaire sur

les échanges gazeux photosynthétiques et transpiratoires le rangent cependant parmi les mésophytes. L'inertie de fonctionnement d'une partie de ses stomates, reconnaissables à leur plus grande taille, qui entraîne une mauvaise régulation biologique de la transpiration pourrait peut-être expliquer cette situation.

HENRY (Jean-Paul). — **Recherches sur les Asellidae hypogés de la lignée cavaticus (Crustacea, Isopoda, Asellota).** Thèse d'Etat soutenue en 1976 à l'Université de Dijon, N° d'enregistrement au C.N.R.S.: A.O. 12 143. (Jury: MM. les Professeurs R. HUSSON, Président, J. CHAUDONNET, Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE, R. GINET, Th. MONOD, Membre de l'Institut et H. TINTANT, Assessors).

Nos recherches sur les Asellides du groupe *cavaticus* ont eu pour objet essentiel, après une nécessaire mise au point d'ordre taxonomique qui constitue la première partie de ce mémoire, d'apporter des données relatives à la biogéographie, à l'écologie et à la biologie de ces Isopodes, auxquelles sont consacrées la seconde et la troisième parties de ce travail.

I. Données taxonomiques.

La révision de l'*Asellus cavaticus* des auteurs et de ses sous-espèces, ainsi que la description d'un nombre important d'espèces nouvelles d'*Aselles* hypogés devaient conduire à la fragmentation de l'ancien genre *Asellus*. Ce dernier désignait, en effet, une accumulation hétérogène d'espèces, dont certaines n'avaient aucun rapport entre elles. Aussi, pour tenir compte de la définition moderne du genre (MAYR, 1963), nous avons distingué dans le genre *Asellus* plusieurs groupes évolutifs naturels, totalement indépendants. A la suite de cette refonte, la famille des *Asellidae* se compose de 12 genres; une courte diagnose est proposée pour chacun d'eux. En ce qui concerne les genres européens, le genre *Proasellus* est le seul qui ait colonisé toute l'Europe, au Sud d'une ligne qui joint la Mer Noire à la Grande-Bretagne, ainsi que le Proche-Orient méditerranéen et l'Afrique du Nord. Ce vaste ensemble s'est tout particulièrement différencié au sein du domaine souterrain en donnant naissance à de nombreuses espèces anophthalmes qui se répartissent de façon inégale en plusieurs lignées phylétiques.

Jusqu'à sa révision, *P. cavaticus* était considéré comme l'unique représentant d'une de ces lignées. Cette conception tenait au fait que le statut taxonomique de cette espèce n'était fondé sur aucune définition précise; elle désignait une forme cavernicole très polymorphe constituée de nombreuses populations dont les caractères

étaient parfois assez différents. Une étude taxonomique approfondie nous permet de montrer que *P. cavaticus* était en réalité une forme polytypique comprenant plusieurs espèces, discernables morphologiquement et écologiquement ou géographiquement dissociées.

Des expériences d'hybridation entre plusieurs populations de cette forme polytypique confirment les résultats des critères morphologiques; elles montrent que l'interfécondité n'est possible qu'entre des populations de même type morphologique, c'est-à-dire entre des individus de la même espèce.

Des recherches caryologiques entreprises sur ces nouvelles espèces pour tenter d'élucider le problème de leur phylogénie montrent qu'elles possèdent toutes 24 chromosomes. Cette unité de constitution des garnitures chromosomiques témoigne que des affinités étroites existent entre ces espèces, car des différences numériques dans les cariotypes s'observent chez les espèces de lignées différentes.

On doit donc désormais considérer l'ancien *P. cavaticus* comme un groupe homogène d'espèces proches parentes qui sont: *P. cavaticus*, *P. valdensis*, *P. walteri*, *P. strouhali*, *P. synaselloides* et *P. franciscocoli*.

II. Données biogéographiques et écologiques.

Le groupe *cavaticus* est la plus septentrionale des lignées anophthalmes du genre *Proasellus*. *P. cavaticus* est l'espèce la plus répandue du groupe; son aire qui recouvre à la fois les bassins hydrographiques des grands fleuves d'Europe (Weser, Rhin, Danube et Rhône) et les massifs hercyniens, s'étend des Alpes au Sud de la Grande-Bretagne. Les autres espèces sont beaucoup moins expansives. Ainsi, l'aire de *P. valdensis* est limitée au Jura et aux chaînes subalpines, et celle de *P. walteri* au réseau hydrographique du Rhône. *P. strouhali* présente une répartition plus vaste mais scindée en deux aires, l'une axée sur la Saône, l'autre sur le Danube autrichien. *P. synaselloides* est une forme purement méditerranéenne et enfin *P. franciscocoli* est un endémique strict localisé à un seul massif aux confins des Alpes occidentales.

L'étude des biotopes des *Aselles* du groupe *cavaticus* a montré la grande diversité des milieux de vie occupés par ces Crustacés. Dans le domaine karstique, ces Isopodes ont colonisé l'ensemble d'un massif calcaire. Les biotopes classiques représentés par les accumulations d'eau dans les grottes n'abritent pas les véritables populations. Les peuplements permanents des eaux karstiques sont beaucoup moins accessibles; ils sont situés soit dans les chenaux de suintements permanents (zone de percolation), soit au niveau des réseaux souterrains (zone amphibie et zone noyée). Mais ces *Asellotes* ne sont pas des animaux exclusivement cavernicoles, ils se sont

aussi installés très largement dans le domaine interstitiel, c'est-à-dire dans des eaux souterraines non karstiques. Les peuplements les plus importants sont localisés dans les nappes phréatiques des vallées alluviales et surtout dans le sous-écoulement des rivières et des fleuves. Dans ce dernier milieu, les Aselles sont peu sensibles aux variations de température (6° à 20° environ) bien que les populations cavernicoles vivent dans des conditions de sténothermie presque parfaite. *P. cavaticus* est la seule espèce du groupe à présenter une ubiquité écologique, ce qui lui a permis de coloniser tous les milieux souterrains. Par contre, *P. valdensis* et *P. franciscoi* sont surtout des formes cavernicoles, tandis que *P. strouhali* et *P. walteri* sont des espèces inféodées au milieu interstitiel.

L'amélioration de nos connaissances sur l'écologie et la biogéographie de ces Aselles nous éclaire sur leur origine et leur ancêtre. Il semble qu'ils dérivent d'une espèce épigée répandue autrefois sur la bordure externe de l'arc alpin, région qui apparaît comme le centre de dispersion des différentes espèces du groupe. La pénétration de cette forme ancestrale dans les eaux souterraines, au moment des glaciations quaternaires, pourrait donc être à l'origine du groupe *cavaticus*. Quant à la répartition actuelle des principales espèces du groupe, elle ne peut être que le résultat d'une expansion post-glaciaire et même plus récente.

III. Données biologiques.

Proasellus cavaticus et certaines espèces du groupe ont fait l'objet d'élevages de longue durée en chambres isothermes qui ont permis d'effectuer des observations sur l'activité vitale et le cycle biologique de ces Isopodes. Les Aselles sont des animaux exclusivement végétariens et limivores; ce sont des Crustacés marcheurs incapables de creuser des terriers ou dans les galeries.

La durée de l'intermue des adultes est de 70 jours en moyenne, alors que celles des Aselles de surface (*P. meridianus* par exemple) ne dépassent pas 15 jours; il s'écoule 4-5 jours entre les 2 phases de la mue, alors que les espèces épigées muent en 24 heures. La longévité normale de *P. cavaticus* est de l'ordre de 5-6 ans, celle de *P. meridianus* n'est que d'une année. Les processus vitaux sont donc 5 fois plus lents que leurs homologues chez les Asellides de surface, mais ils sont beaucoup moins dilatés que chez les autres Crustacés Péracarides hypogés.

La reproduction est marquée par l'absence de chevauchée nuptiale avant l'accouplement qui est très bref et conditionné par la mue parturielle de la femelle. Le nombre des œufs est lié à la taille des femelles; chez *P. cavaticus*, ils sont relativement nombreux (jusqu'à 66), la prolificité reste donc assez élevée pour une

espèce souterraine. La taille des œufs est du même ordre que pour les espèces de surface. La gestation dure au minimum 2 mois et demi chez *P. cavaticus*, elle est plus courte chez les espèces interstitielles, mais reste encore supérieure à celle de *P. meridianus* qui est de 20 jours dans les mêmes conditions d'élevage. Dans les populations naturelles on observe une périodicité saisonnière des pontes pour toutes les espèces du groupe; la période de reproduction maximale se situe au printemps, mais l'activité reproductrice ne semble jamais s'interrompre complètement. Ce maximum vernal des pontes disparaît rapidement dans les élevages expérimentaux, où aucun rythme saisonnier n'est décelable.

La durée du développement est relativement courte (moins d'un an) et s'oppose à la lenteur du développement des autres Péracarides hypogés. Le développement intramarsupial (70-80 jours) comprend une phase embryonnaire (45-50 jours) puis une phase prélarvaire (25-30 jours). La prélarve, immobile subit 2 mues en une seule pièce; lors de la seconde mue, elle se débarrasse des organes dorsaux, devient capable de se mouvoir et s'échappe du marsupium maternel. Le développement postmarsupial (ou postembryonnaire) dont la durée est de 7-8 mois, conduit la larve libre à l'état adulte; il comprend une phase larvaire qui s'étend sur 3 intermues (elle est caractérisée par l'absence de périopodes VII fonctionnels) et une phase immature marquée par la différenciation sexuelle externe des mâles qui s'effectue en 5 intermues. La puberté est atteinte pour une taille voisine de 3,5 mm pour *P. cavaticus*.

Ce travail permet donc d'apporter quelques éléments aidant à une meilleure connaissance des Asellides, en particulier du genre *Proasellus*; il a permis également de montrer que la colonisation des eaux souterraines par les espèces du groupe *cavaticus* est un événement relativement récent. Ces espèces souterraines nous apparaissent donc comme des formes intermédiaires, au point de vue biospéologie, entre les espèces hypogées anciennes (Stenasellidae par exemple) et les Aselles de surface.

AMIARD (Jean-Claude). — Contribution à l'étude de l'accumulation et de la toxicité de quelques polluants stables et radioactifs chez des organismes marins : l'antimoine, l'argent, le cobalt et le strontium chez des Mollusques, des Crustacés et des Téléostéens. Université de Paris VI. Thèse sous la direction du Professeur P. BOUGIS.

Thèse soutenue le 4 mars 1978 à l'Université P. et M. Curie.

Composition du jury: Pr DRACH P. (Président), Pr.

BOUGHS P., BOVARD P., FOWLER S.W., Pr LAMOTTE M., Pr RAMADE F., Pr SAUDRAY Y.

Texte intégral : Rapport CEA-R-4928 (1978) 138 p.

Paradoxalement, les nations industrialisées conçoivent le milieu aquatique à la fois comme un exutoire naturel pour leurs déchets et comme un stock indispensable de ressources alimentaires pour l'humanité. La contamination radioactive est une composante non négligeable de ces déchets rejetés dans les milieux aquatiques.

Les organismes marins peuvent se contaminer théoriquement par trois voies : l'eau, la nourriture et le sédiment. La majorité des auteurs est d'accord pour reconnaître que cette dernière voie est négligeable même pour les organismes benthiques « mangeurs de sédiment ».

1. Première partie : Etude de la contamination radioactive expérimentale d'organismes marins par l'intermédiaire de l'eau.

Nous avons donc dans la première partie essayé d'estimer qualitativement et quantitativement la contamination radioactive directe par l'eau de divers organismes marins représentant quelques grands groupes. Nous avons effectué nos expériences avec quatre radionucléides : ^{125}Sb , ^{110m}Ag , ^{60}Co et ^{89}Sr , en raison de leur importance dans les rejets des installations nucléaires ou les retombées des explosions d'engins atomiques. Les isotopes stables de ces radionucléides représentent trois catégories d'éléments d'un point de vue biologique : indispensable, chimiquement voisin d'un élément indispensable et apparemment inutile. Les expériences ont été réalisées en tentant de simuler les conditions de l'environnement naturel (contrôle d'un grand nombre de paramètres : température, salinité, formes physico-chimiques des polluants, ...).

Accumulation des radionucléides.

Nous avons pu remarquer que les quatre radionucléides s'accumulent plus fortement à mesure que l'on régresse dans l'échelle des Etres Organisés, les plus fortes concentrations se rencontrant dans la flore, les plus faibles chez les Téléostéens. L'accumulation varie en fonction des radionucléides, l'argent 110 m se concentrant le plus et le strontium 85 le moins.

Influence des paramètres biotiques et abiotiques.

Nous avons pu estimer l'influence d'un grand nombre de paramètres biotiques (espèce, âge ou taille, mue, nourriture, ...) et abiotiques (salinité, compétitions chimique et isotopique, température et surtout formes physico-chimiques) sur la radiocontamination des organismes marins.

Organotropisme et élimination des radionucléides.

Nous avons pu suivre également la distribution des divers radionucléides dans les tissus des Mollusques, Crustacés et Téléostéens et leur élimination.

2. Deuxième partie : Etude du transfert des radionucléides dans les chaînes alimentaires.

Méthodologie.

Nous avons défini une méthodologie originale pour suivre le transfert des radionucléides dans les chaînes alimentaires en respectant un certain nombre de principes fondamentaux :

- les espèces étudiées ont des relations trophiques dans le milieu naturel;
- les animaux n'étaient pas nourris par « forçage »;
- la durée des expériences a été suffisante pour que l'état d'équilibre soit généralement atteint; ...

Nous l'avons mise en œuvre pour étudier le transfert de l'argent 110 m et/ou du cobalt 60 dans trois chaînes trophiques :

- chaîne benthique courte à Poisson (deux niveaux trophiques);
- chaîne benthique courte à Crustacé (deux niveaux trophiques);
- chaîne benthique longue à Mollusque et Crustacé (quatre niveaux trophiques).

Nous avons pu acquérir un certain nombre de données ayant trait à la protection sanitaire. Pour les deux radionucléides nous avons pu constater que le facteur de transfert entre l'eau de mer et un niveau trophique donné (F.T.) diminue pour les niveaux trophiques les plus élevés mais reste toujours supérieur à l'unité, dénotant ainsi une contamination plus élevée pour les organismes que pour leur milieu physique.

D'un point de vue plus fondamental, nous avons suivi l'évolution au cours du temps des pourcentages ingéré, assimilé, excrétés par voie fécale et par voie urinaire et/ou branchiale. Les pourcentages assimilés sont très importants après le premier repas (65 à 90 %) puis diminuent pour s'annuler lorsque l'état d'équilibre est atteint (c'est-à-dire lorsqu'il y a égalité entre les quantités ingérées et excrétées). L'excrétion se fait surtout sous forme liquide (urinaire et/ou branchiale) pour le cobalt 60 et sous forme fécale pour l'argent 110 m.

Les différences dans les voies d'excrétion et dans la présence ou l'absence de corrélation entre la nourriture fournie et la nourriture assimilée nous permettent de penser que le cobalt serait régulé par *Scrobicularia plana* et *Carcinus maenas* tandis que l'argent ne le serait pas.

Comme pour la contamination par l'eau, nous avons suivi l'élimination et l'organotropisme des polluants chez les Mollusques et les Crustacés.

Comparaison de la contamination par les vecteurs eau et nourriture.

Nous pouvons constater que le vecteur eau semble prépondérant dans la contamination radioactive par ^{110m}Ag et ^{60}Co de quelques organismes marins. La répartition se fait essentiellement dans les organes externes après contamination par l'eau et dans l'hétopancréas après contamination par voie alimentaire. L'élimination est plus lente après contamination par voie alimentaire qu'après contamination par l'eau. Dans les deux cas, l'élimination est d'autant plus faible que la phase de contamination a été plus longue. Nous avons pu calculer une contamination globale tenant compte des deux voies de contamination (C) et constater une diminution assez nette à mesurer que l'on progresse vers les niveaux trophiques les plus élevés. De même, une communauté complexe d'organismes marins côtiers contaminés expérimentalement par l'antimoine 125 dans de grands aquariums montre une diminution de la contamination pour les niveaux trophiques les plus élevés (carnivores).

3. Troisième partie : Conséquences de la contamination par les polluants stables et radioactifs.

Toxicité chimique.

Pour évaluer la toxicité chimique des éléments (antimoine, argent, cobalt et strontium) nous avons eu recours à divers tests létaux et sub-létaux. Les tests létaux ont montré la relative toxicité de l'argent par rapport aux autres polluants et, au contraire, la faible nocivité du strontium. Des tests basés sur des modifications des fonctions physiologiques (variation de la composition en acides aminés libres de l'hémolymph de *Carcinus maenas*) ou des comportements éthologiques (photocinétique, orientation) nous ont permis de montrer la plus grande sensibilité aux polluants des larves par rapport aux adultes.

Radiotoxicité.

Nous avons ensuite calculé les doses d'irradiation subies par nos animaux en expérience. Elles restent inférieures aux doses aigues ou sub-létales pour lesquelles un effet délétère a été démontré. Il est à signaler que les doses d'irradiation auxquelles nos animaux ont été soumis sont proches de celles que subissent les animaux dans des zones fortement polluées comme autour de l'usine anglaise de Windscale.

Nous avons démontré la grande importance de la répartition des radionucléides (interne ou externe) et

de la géométrie des individus sur la dose totale d'irradiation absorbée. Nous avons montré que, même si les contaminations dues à l'eau et à la nourriture diminuaient pour les animaux des niveaux trophiques les plus élevés, les doses d'irradiation subies pouvaient augmenter. Ceci est important car bien que les exceptions soient nombreuses, les paramètres complexité structurale et physiologique, taille, niveau trophique et radiosensibilité évoluent souvent parallèlement.

Do CHI Thang. — *Modèles cinétiques et structuraux en dynamique des populations exploitées. Application aux squilles, Squilla mantis (L.) (crustacé Stomatopode) du golfe du Lion.* Thèse de Doctorat d'Etat présentée à l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc à Montpellier, le 25 février 1978. (Jury : MM. M. AMANIEU, J. DAGET, J.P. TROADEC, Y. ESCOUFIER, M^{me} G. VERNET, MM. F. DOUMENGE, J.Y. LE GALL).

Une étude de la dynamique d'une population de squilles, *Squilla mantis*, crustacé stomatopode, a été réalisée sur une pêcherie localisée dans les golfes de Beauduc et d'Aigues-Mortes (Méditerranée nord-occidentale). Elle vise à décrire la situation présente de la pêcherie et à en prédire l'évolution future. Les modèles analytiques utilisés impliquent une connaissance préalable de la population tant du point de vue des caractéristiques biologiques et démographiques que des paramètres liés à l'exploitation. Deux aspects principaux se dégagent de ce travail : l'étude des divers points précités constitue le premier aspect; le second consiste en une évaluation des rendements de squilles à l'aide d'un modèle analytique.

Les squilles font partie des mises à terre de la pêche bentho-démersale de la marge littorale du Languedoc. Leur caractérisation en tant que capture accessoire a été réalisée au moyen de la méthode du choix de métriques et de variables basée sur l'optimisation du coefficient RV d'ESCOUFIER; elle se révèle particulièrement utile dans le contexte des pêcheries méditerranéennes où la diversité spécifique est grande et la production par espèce faible. Sur 87 espèces recensées, l'application de la méthode conduit à limiter à 14 d'entre elles, le nombre nécessaire pour appréhender la structure globale des apports.

Les problèmes d'échantillonnage des captures, de collecte des statistiques de pêche, d'effort de pêche et de prises par unité d'effort ont été résolus au moyen d'un réseau d'observation mis en place dans les principaux points de débarquement.

Les données recueillies sont soumises à une analyse structurale afin de déterminer à chaque instant (échantillons ramenés au mois) la composition en âge et en taille des captures. Lorsqu'on n'est pas en mesure de lire l'âge sur des pièces osseuses (écailles, otolithes...), la solution consiste à réaliser une décomposition des distributions de taille en leurs composantes gaussiennes et à attribuer un âge relatif ou absolu à chacune des composantes isolées. Après un rappel des principales techniques utilisées en biologie des pêches, une vision nouvelle de la détermination statistique de l'âge (association d'une analyse multidimensionnelle et de la simulation) est présentée. L'analyse des correspondances permet de donner une visualisation cinétique de l'évolution des populations concernées et de leurs composantes. La simulation (génération aléatoire des composantes) se distingue des méthodes existantes par la possibilité qu'elle offre de vérifier graphiquement la qualité de l'analyse structurale. La procédure mise en œuvre conduit à définir les classes d'âge mensuelles ou les cohortes par leurs paramètres caractéristiques (moyenne, écart-type, pourcentage).

L'étude de la croissance globale repose sur l'évolution des deux premiers paramètres. Les pourcentages, traduits en termes d'abondance (prises par unité d'effort) et ramenés à chaque classe d'âge amènent à estimer les mortalités. Les évaluations de Z , mortalité totale, et de M , mortalité naturelle, ont été ainsi obtenues en première approximation. La mortalité par pêche F sera obtenue en faisant appel à l'analyse des populations virtuelles (méthode particulière de traitement de l'analyse des cohortes) qui donne également une estimation de la population à divers intervalles de temps, notamment au moment du recrutement. Le recrutement est voisin dans les deux sexes, mais en l'espace de deux ans (cohortes nées en 1969 et 1971), son niveau a baissé de 37 % environ pour l'ensemble du stock. La mortalité par pêche est en général faible au cours de l'année qui suit le plein recrutement; son augmentation jusqu'à la disparition des cohortes en fin de phase d'exploitation paraît liée à un accroissement par M avec l'âge. Le taux d'exploitation E donne la même image de la pression de pêche et montre que les femelles sont plus pêchées que les mâles.

La connaissance du stock en un instant donné permet de réaliser une approche du sex-ratio de la population. Un sex-ratio voisin de l'équilibre (rapport 1:1) est observé chez les adultes durant 20 mois après le recrutement. Au delà, les valeurs s'écartent en faveur des mâles en raison d'une pression de pêche plus forte sur les femelles.

La capturabilité q accuse des variations saisonnières. De même que pour F , l'augmentation de q avec l'âge est sans doute un artefact lié au fait que M a été sup-

posé constant. La comparaison des variations de q en fonction du temps avec celles du pourcentage d'occurrence d'animaux « mous » dans les captures suggère que la vulnérabilité des squilles diminue avec la mue. Ceci montre que les caractéristiques des captures s'écartent sensiblement de celle de la population en place.

Du point de vue biologique, quelques aspects liés à la croissance et à la reproduction sont abordés. La croissance en longueur est décrite à l'aide du modèle de von BERTALANFFY. L'examen des valeurs de k montre une différence entre les sexes, la taille asymptotique étant atteinte de façon plus précoce chez les femelles. La croissance pondérale montre que chez les juvéniles, les femelles sont en moyenne plus lourdes. Chez les adultes, c'est l'inverse qui se produit; cette inversion a lieu vers la taille de première maturité sexuelle.

L'étude des animaux « mous » dans les captures montre un taux de mue apparemment faible qui traduit cependant mal la réalité: l'enfouissement des animaux lors de la mue entraîne une diminution de la vulnérabilité de la population et donc une sous-estimation des taux observés. On peut estimer une période de croissance de 8 mois par an chez les squilles.

L'étude des aspects liés à la reproduction repose sur: a) l'examen des variations des coefficients de condition K et K_m ; b) l'appréciation du développement des glandes cémentaires; c) l'observation directe des gonades. Le cycle reproducteur de *Squilla mantis* est simple: une génération par an et une ponte par femelle; il s'étend de novembre-décembre à juin (date de ponte). La première maturité sexuelle est atteinte à la taille de 12-13 cm, soit à l'âge de 2 ans environ.

Le deuxième aspect de cette étude consiste en une évaluation des rendements de squilles à l'aide du modèle de RICKER. Intégrés dans un modèle analytique, les paramètres démographiques et les paramètres liés à la pêche amènent à prévoir les effets d'une modification du régime d'exploitation sur le niveau des captures.

Le stock de squilles est soumis à une exploitation accessoire et montre des fluctuations du recrutement. Les hypothèses relatives à l'évolution de la pression de pêche et à la fécondité potentielle du stock ont été examinées. Ni l'une (car c'est une capture accessoire), ni l'autre (car le potentiel de renouvellement du stock est peu affecté par l'exploitation) ne peuvent expliquer le déficit du recrutement et la baisse du niveau des apports. Néanmoins, la diminution de la production des années 1972-1974 a pu être reliée au recul de 12 mois de l'âge de recrutement de la cohorte née en 1971. Les fluctuations (à court terme) de l'hydroclimat ont été également évoquées. Elles interviendraient au niveau des stades planctoniques et à partir de là sur l'abondance des classes d'âge.

Les fluctuations du niveau du recrutement et de l'âge d'entrée des squilles dans la phase exploitée paraissent fortuites ou du moins liées à un ensemble de facteurs naturels (biologiques, hydrologiques) et humains intervenant à court terme. Des investigations sur une plus longue durée sont nécessaires pour montrer si ces fluctuations se font avec ou sans tendance particulière. Il se dégage l'intérêt d'étudier les processus biologiques qui déterminent le recrutement dans les stocks d'animaux aquatiques : on peut le mesurer à l'importance du développement des modèles théoriques relatifs aux mécanismes impliqués dans la régulation des populations.

L'ensemble du travail constitue un mémoire de 272 pages dactylographiées, illustré par 55 planches de figures au trait. La bibliographie cite 209 titres portant essentiellement sur la biologie des stomatopodes d'une part, sur les modèles biométriques, démographiques et d'exploitation halieutique d'autre part.

La thèse de T. DO CHI intéresse autant les biologistes des pêches qui y verront une utilisation originale du modèle de RICKER pour analyser les effets de l'exploitation sur une espèce accessoire d'une pêcherie multi-spécifique que les écologistes fondamentaux qui y trouveront notamment d'une part une approche entièrement nouvelle de l'application de la méthode du choix de métriques et de variables, d'autre part une synthèse des méthodes d'analyse structurale d'une population complétée par un rapport original de l'application de l'analyse factorielle à ce problème. Soulignons enfin que le mémoire, dans son ensemble, utilise un certain nombre d'outils statistiques d'un excellent niveau, présentés avec une clarté suffisante pour les rendre accessibles aux écologistes.

M. AMANIEU

LIVET (François). — *L'herpétofaune de la Montagne Noire, biogéographie et écologie*. Thèse de spécialité en Ecologie — Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 1978, 202 p., 21 tabl., 21 fig., 20 cartes.

(Jury : MM. R. LEGENDRE, M. GODRON, J. BONS, G. PASTEUR).

La Montagne Noire constitue une unité géologique aux altitudes et aux climats variés : les influences climatiques océaniques, méditerranéennes et montagnardes s'y affrontent.

On pouvait donc penser que les Amphibiens et Reptiles, poecilothermes, y présenteraient une diversité remarquable.

L'étude de cette faune a été entreprise dans un triple but :

— réaliser l'inventaire des espèces d'une région peu connue sur ce point.

— préciser les quelques facteurs écologiques importants qui pourraient expliquer la répartition géographique des espèces.

— collecter des observations d'ordre éthologiques et trophiques.

Pour des impératifs méthodologiques, une partie seulement de la Montagne Noire a été étudiée :

— les Monts du Caroux-Espinouze,

— les Monts du Somail,

— une partie des Monts de Lacaune ainsi que les vallées qui les bordent.

Sept espèces d'Amphibiens, 6 espèces de Sauriens et 9 d'Ophidiens ont été capturées. Le Seps (*Chalcides chalcides*) devrait être présent mais n'a pas été observé. La richesse spécifique de la région est donc forte.

L'indice de diversité spécifique des Reptiles (H'), a été calculé selon la formule de SCHANNON et WEAVER (J. BLONDEL et P. ISENHANN, 1973) pour différentes classes d'altitude.

H' prend des valeurs maximales entre 500 et 600 m, alors que la richesse spécifique croît à mesure que baisse l'altitude.

Les formations végétales, témoins du climat local et créant chacune un microclimat et des conditions trophiques particulières, constituent un facteur important de répartition.

Une méthode d'évaluation des densités sur le terrain est proposée. A partir de données chiffrées, les « milieux préférentiels » de l'ensemble des Sauriens, des Ophidiens, puis de chacune des espèces de Reptiles ont été déterminés.

Les conclusions ne doivent pas être considérées comme des certitudes, car cette étude ne porte que sur trois saisons de terrain et la recherche des Reptiles est souvent peu efficace.

Cependant les diversités (H') spécifiques des diverses formations végétales rencontrées permettent de classer ces différents milieux les uns par rapport aux autres selon des valeurs décroissantes :

Les landes sont suivies par les formations herbacées (pelouse, prairie) puis par les formations arborescentes (futaies, taillis).

Ce sont respectivement les landes de type fermé, les prairies à hautes herbes, les futaies fermées de châtaigniers qui ont les valeurs de H' les plus fortes dans chacun des groupes précités.

Les amplitudes d'habitat spécifique des Reptiles ont été évaluées par la formule $AH = eH' (\log S / \log N^*)$ (cf. L.D. HARRIS in S.J. MAC NAUGHTON et L.L. WOLD, 1973).

S représente le nombre de milieux (dont le nombre total est N^*) où l'espèce est présente.

Les espèces *Lacerta viridis*, *Vipera aspis* et *Lacerta muralis*, ont les plus fortes valeurs d'amplitude au contraire des espèces *Lacerta lepida*, *Elaphe scalaris*, *Coluber viridiflavus* et *Lacerta vivipara*.

Une méthode de marquage des Ophidiens a permis d'étudier une population de vipères (*Vipera aspis aspis*) cantonnée autour du village de Douch (Hérault). La moyenne des surfaces des domaines vitaux est estimée à 92,5 m².

L'étude, par le même moyen, d'une population de

couleuvre (*Elaphe longissima longissima*) permet de supposer que cette espèce est erratique.

Quelques problèmes de compétition interspécifique sont exposés pour tenter d'expliquer certaines répartitions.

Le cas particulier du lézard vivipare est abordé et une mise en garde est faite contre les multiples facteurs humains qui pourraient causer la disparition de ces populations relictuelles si des mesures de sauvegarde ne sont pas rapidement prises.

ANALYSES D'OUVRAGES

HELLER (R.). — **Physiologie végétale**. Tome 2. **Développement**. Masson éditeur, 1978. Un volume, 215 p.

Ce volume est la suite de l'abrégé de physiologie végétale dont nous avons signalé la parution dans cette revue (*Bulletin d'Ecologie*, 8, 1977, p. 489). On y retrouve les mêmes qualités de clarté dans l'exposition des faits et des théories, et c'est un livre parfaitement à jour dont on ne saurait trop recommander la lecture à tous les biologistes. Ce volume traite essentiellement de la croissance et de la morphogénèse, de la mise à fleur et du photopériodisme, ainsi que de toutes les hormones et substances chimiques diverses qui interviennent dans ces phénomènes complexes que l'on commence seulement à bien entrevoir.

R. DAJOZ

LANIER (L.), JOLY (P.), BONDOUX (P.) et BELLEMÈRE (A.). — **Mycologie et pathologie forestières**. Tome I. **Mycologie forestière**. Masson éditeur, 1978. Un volume, 487 p., nombreuses illustrations.

Le tome II de ce traité, paru en 1976 a été analysé dans cette revue (*Bulletin d'Ecologie*, tome 8, 1977). Ce tome I, qui paraît après le tome II est aussi bon. C'est une excellente revue de la morphologie et de la systématique des nombreux champignons qui peuvent se rencontrer en forêt où ils jouent souvent un rôle considérable. Les chapitres servant d'introduction à chaque groupe systématique sont très clairs et très modernes, faisant souvent appel aux données de la microscopie électronique ; l'illustration est bonne et abondante ; la bibliographie très complète. Ce sera sans aucun doute un ouvrage de référence pour tous ceux qui s'intéressent aux champignons forestiers, qu'ils soient pathologistes ou seulement mycologues.

R. DAJOZ

SCHOFFENIELS (E.). — **Physiologie des régulations**. Masson éditeur, 1977, Un volume, 198 p.

L'auteur est bien connu comme biochimiste et par son très intéressant ouvrage : *l'antiharsard* paru en 1973 (Édi-

tions Gauthier-Villars). Dans la physiologie des régulations l'auteur montre comment les règles de structuration des systèmes biologiques expliquent le fonctionnement et la régulation du fonctionnement de ces derniers. Les exemples choisis sont pris à des niveaux très divers, depuis celui de la molécule jusqu'à celui de l'écosystème. Les lois de la cybernétique et les règles qui régissent le fonctionnement des systèmes asservis sont largement utilisés. Tous les biologistes, et les écologistes en particulier, trouveront des idées intéressantes dans ce livre qui est parfaitement au courant des recherches récentes et qui renferme nombre d'idées originales.

R. DAJOZ

GUINOCHE (M.) et VILMORIN (R.). — **Flore de France**. Fascicule 3. Éditions du C.N.R.S., 1978. Un volume, 1199 p. Ouvrage diffusé par les éditions Doin.

Ce fascicule 3 continue la publication d'une nouvelle flore de France qui sera complète en 5 fascicules. Le fascicule 3 comprend les phylums Polycarpiques-Aristolochiales, Hélobiées, Pipérales-Scadiciflores, Liliiflores. On y trouve donc un certain nombre de groupes de réputation difficile comme les Graminées ou les Cypéracées. Les essais que nous avons pu faire de cette flore montrent que son emploi est commode, en partie grâce à son excellente illustration, les figures au trait étant très lisibles. On apprécie aussi l'initiative qui consiste à indiquer pour chaque espèce l'association végétale dans laquelle elle se rencontre le plus souvent.

R. DAJOZ

FREYSEN (A.H.J.) et WOLDENDORP (J.W.), éditeurs. — **Structure and functioning of plant populations**. North Holland Publishing Company, Amsterdam, 1978. Un volume, 323 p.

Ce volume réunit les communications présentées à un colloque qui s'est tenu à Wageningen aux Pays-Bas en 1977. Les deux thèmes principaux sont la démographie des végétaux et la génétique des populations dans ses

rapports avec l'écologie des plantes. Tous les articles sont des synthèses sur un certain nombre de sujets et ils constituent d'utiles mises au point, les publications originales étant souvent très dispersées. Parmi les articles qui nous ont particulièrement intéressés citons : J.L. HARPER, the demography of plants with clonal growth ; R.W. ALLARD *et al.*, the relationship between degree of environmental heterogeneity and genetic polymorphism ; D.A. LEVIN et J.B. WILSON, the genetic implication of ecological adaptations in plants ; J.P. GRIME, interpretation of small scale patterns in the distribution of plant species in space and time. Les relations entre les végétaux et le sol sont aussi envisagées par exemple dans l'article de W. ERNST, chemical soil factors determining plant growth. Ce livre intéressera tous les écologues aussi bien à orientation botanique qu'à orientation zoologique, et pour ces derniers il permettra d'intéressantes comparaisons avec les données dont on dispose chez les animaux, par exemple en ce qui concerne la démographie ou les stratégies adaptatives.

R. DAJOZ.

Initiation à la Nature. — *Colorama de la Nature*, Editions Floraisse, 92160 Anthony et Bias, Paris V^e, 8 F le fascicule.

Citons en particulier :

- Champignons, recueil illustré des principales espèces.
- Arbustes et buissons, quelques espèces de nos campagnes.
- Insectes. Recueil illustré de quelques espèces.
- Insectes des jardins et de la campagne.
- Poissons d'eau douce. Recueil illustré des principales espèces.
- Oiseaux des friches et des haies.
- Quelques hôtes de nos jardins.
- Oiseaux de nos jardins.

Ces petits livres, bien illustrés de photos en couleurs ne correspondent évidemment qu'à une brève présentation à laquelle ont collaborés des auteurs étrangers ou français ou leurs adaptateurs. Ils s'adressent à un public de jeunes ou de personnes désirant s'instruire, sans parvenir bien entendu à une étude exhaustive. Dans certains cas des erreurs subsistent (telles les crevettes qui vivent aussi bien en mer qu'en eau douce et dont les larves dérivent vers la mer) mais peut-être était-il difficile d'éviter ce type d'erreurs qui sont très peu nombreuses et n'enlèvent rien à l'aspect pédagogique des iconographies présentées.

C.D.D.

VILLIERS (André), 1978. — *L'entomologiste amateur*, 33 fig., 24 pl., 48 photos, 248 p. Editions Lechevalier, 19, rue Augereau, Paris.

Excellent guide pour les jeunes qui décident de s'intéresser aux insectes. Les modes de préparation sont fournis dans le détail. La science de l'écrivain n'évade aucun problème majeur de la préparation des insectes. Tous les maîtres devraient recommander la lecture d'un tel livre à leurs élèves.

C.D.D.

MARTENS (Jochen), 1978. — *Werberknechte, Opiliones*, 464 p., 815 fig. Die Tierwelt Deutschlands, 64 Teil. Gustav FISCHER, Jena.

Conformément à la tradition de cette collection classique on retrouve tous les renseignements sur les espèces de l'Europe moyenne et sans doute peut-on regretter que le cadre géographique ne soit pas mieux délimité. L'introduction générale est précise et de qualité. Il eût été préférable de pouvoir obtenir une meilleure collaboration sur le plan international pour sortir des limites de l'ouvrage, ce qui ne l'eût pas considérablement étendu. La chose certes, nous le savons bien, n'est jamais facile à obtenir ! L'illustration est excellente et la plupart du temps de première main, qu'il s'agisse des habitus aussi bien que des détails morphologiques, particulièrement des organes génitaux qui sont tellement utiles en taxonomie. Ajoutons que des cartes de répartition au travers de toute l'Europe et l'Afrique du Nord rendent cette œuvre particulièrement utilisable par tous les zoologistes et écologistes de notre continent, mais avec cette restriction signalée plus haut, que les espèces ne correspondent pas au cadre géographique évoqué plus haut (et, en principe, par le titre même de l'ouvrage) ne soient pas traitées. Cela eût considérablement valorisé une énorme somme de travail de qualité et l'eût rendu plus « utile » aux chercheurs des pays voisins.

C.D.D.

EDWARDS (C.A.) et LOFTY (J.R.), 1977. — *Biology of earth-worms*, 333 p., second éditions CHAPMAN et HALL, 11 New Fetter Lane London, L 4,25.

Ainsi que son titre l'indique, il s'agit d'une étude générale des vers de terre, morphologie, taxinomie et biologie, physiologie, écologie, rôle des vers de terre

dans les cycles de la matière organique, relations avec les microorganismes, relations avec la fertilité du sol, effets sur l'agriculture, sur les populations du sol, relations générales des vers de terre dans la biosphère.

Ce petit livre de 260 pages, plus les annexes sera très utile à tous ceux qui désirent se faire une idée de ce que sont les Lombriciens et de leur importance dans la nature.

C.D.D.

MERCIER (Jean-Roger), 1978. — **Energie et Agriculture, le choix écologique**. Editions Debard, 17, rue du Vieux Colombier, Paris 6^e. Préface de Jean Keilling. 187 p.

Le problème de l'agriculture biologique a été souvent au cours de ces récentes années l'occasion de mésententes, voire même d'incompréhensions entre agronomes et biologistes. Le mérite du livre de Monsieur MERCIER est de nous présenter une analyse très rationnelle et parfaitement documentée des choix qui peuvent se poser à la Société moderne ainsi que le dit le Professeur KEILLING « un bilan énergétique global, même approximatif, mérite d'être présenté. Son intérêt est de mettre en lumière les possibilités de l'agriculture biologique et de ses pratiques, afin que, mieux informés, les humains en perçoivent l'opportunité, tant à court terme qu'à long terme ».

Monsieur MERCIER a réuni des documents extrêmement variés, beaucoup de première main. Il est incontestable que son livre sera utile à tous ceux qui s'intéressent aux choix d'avenir. Les renseignements technologiques ont en particulier été très bien posés dans cet ouvrage, et ils méritent une réflexion objective approfondie.

Je pense personnellement qu'il s'agit de l'un des livres qui présente le mieux les nouveaux problèmes et les nouveaux choix.

C.D.D.

MINVIELLE (Pierre), 1977. — **Grottes et Canyons, les cent plus belles courses et randonnées**. Editions Denoël, Paris, Collection dirigée par Gaston Rebuffat, 230 p.

Le domaine souterrain n'est pas marginal pour les écologistes, ou bien s'il est marginal c'est parce qu'il présente des cas particulièrement intéressants. Le livre qui est présenté ici correspond à une discussion et à un inventaire de pas mal de cavités souterraines avec un

historique; beaucoup de renseignements minéralogiques et topographiques, bien souvent de remarquables photographies.

Je pense que ce livre méritait d'être signalé.

C.D.D.

ANSCIEAU (Gilbert), 1977. — **Familier de la Nature**. Nouvelle édition mise à jour, Presses de l'île de France, 315 p.

Ce livre est fort intéressant comme initiation à la nature selon un plan qui a fait ses preuves. Cette réédition, remise à jour, sera utile aux maîtres et aux écoliers.

C.D.D.

DURCHON (Maurice) et JOLY (Pierre), 1978. — **L'endocrinologie des invertébrés**. Le biologiste. 235 p., 93 fig., Presses Universitaires de France.

Les deux auteurs sont des maîtres consacrés de ce qui concerne le domaine « couvert ». Bien entendu, les insectes et les Crustacés jouent le plus grand rôle dans l'évolution de nos connaissances, ne serait-ce que pour des raisons « pratiques » de facilités expérimentales. Les Arachnides, Myriapodes, Tuniciers, Annélides sont encore beaucoup moins bien connus. En dépit toutefois de progrès spectaculaires au cours de ces deux dernières décennies. On ne peut que se réjouir de constater que les chercheurs français ont apporté en ce domaine une contribution non seulement non négligeable, mais essentielle sur le plan des idées.

C.D.D.

BLOOMFIELD (Jay A.), 1978. — **Lakes of New York state, volume I, Ecology of the Finger Lakes**. 499 p.

Monographie des lacs de l'état de New York par divers collaborateurs. Il s'agit avant tout d'un livre de Limnologie. L'ouvrage est parfaitement présenté.

C.D.D.

ALEXANDER (T.R.) et FICHTER (G.S.), 1974. — **Ecologie. Le Petit Guide**, 160 p., 150 illustrations.

Il s'agit d'un excellent petit livre d'enseignement pour tous ceux qui désirent être informés des bases principales de l'Ecologie.

Il est incontestable qu'il rendra les plus grands services, et l'on ne saurait trop le recommander aux professeurs de l'enseignement secondaire ainsi qu'aux curieux de la Nature en général. Cet ouvrage a été traduit et adapté par Michel CUISIN.

C.D.D.

EQUIPE FRALIT, 1977. — Equipe Nationale Supérieure des Mines de Paris, Ecole Normale Supérieure de Montrouge, Ecole Pratique des Hautes Etudes. **Télé-détection du littoral océanique de la France**, Collection de l'Ecole Normale Supérieure de Jeunes Filles, n° 11, R.C.P. 353 du C.N.R.S., Convention C.N.E.S. 75, 76 et 77/222, 310 p., photos couleurs.

Cette étude est fort intéressante, car elle explique non seulement les techniques normales de prospection et d'interprétation, mais également, elle les illustre d'une façon particulièrement intéressante, surtout en ce qui concerne le sud de l'Estuaire de la Loire. Les données ont été obtenues à partir du satellite Landsat.

Cet ouvrage sera apprécié par tous ceux qui s'intéressent aux progrès de la Télé-détection.

C.D.D.

MONTAGNER (H.), 1978. — **L'enfant et la communication**, 402 p. Editions Stock, 14, rue de l'Ancienne Comédie, Paris 6°.

H. MONTAGNER a pratiqué une étude en continu de jeunes enfants pendant environ 6 ans à la crèche et à l'école maternelle.

Partant de méthodes utilisées pour les études de comportement d'insectes, il s'est approché des jeunes enfants avec la même démarche scientifique : observation, mesures, expérimentation.

Parmi ces approches, on peut citer l'observation des enfants en situation de compétition, l'observation « sauvage », l'observation en continu d'activités libres. Toutes ces observations, filmées, photographiées, montrent comment les enfants entrent en contact, échangent et se séparent en diverses situations.

A partir de ce répertoire d'actes et de vocalisations

à valeur de signaux, MONTAGNER établit comment s'enchaînent les actes et les vocalisations par lesquels un enfant entre en relation avec un autre, entretient la relation, rompt la relation, et quelle est la correspondance entre l'expression d'un comportement et la réponse de l'interlocuteur. Pour vérifier ces observations, MONTAGNER place les enfants en situations expérimentales :

— mécanismes de comportement des enfants en situation de compétition,

— expériences de reconnaissance d'odeurs spécifiques, pouvant modifier le comportement (tricot de la mère),

— étude des caractéristiques circadiennes de la physiologie cortico-surrénalienne de l'enfant, de la mère et du père.

Avant d'en tirer des conclusions, MONTAGNER intègre à ses observations l'étude du comportement du père ou de la mère vis-à-vis de l'enfant.

De toutes ces observations et expérimentations, MONTAGNER décrit pour la première fois les mécanismes de la communication non-verbale échanges, offrandes, sollicitations, agressions, menaces...

Il en tire des profils de comportement : enfants dominants, agressifs, leaders, dominés-craintifs, dominés, etc.

Tout ce langage gestuel éclaire d'un jour nouveau la notion de communication étudiée jusqu'alors uniquement en fonction du « pourquoi » de tel comportement sans négliger complètement ce « pourquoi » puisque l'influence de la famille sur les types de comportements reste importants, MONTAGNER établit « comment » un comportement est modifié, dirigé ou canalisé par une réponse gestuelle, un type de comportement en réponse.

En conclusion, la reconnaissance de l'importance gestuelle dans les moyens de communication permettrait un changement d'attitude à l'égard des autres, une meilleure connaissance du fonctionnement et de la maîtrise du corps.

La connaissance des profils de comportement ajoutée à l'attitude d'écoute vis-à-vis de l'expression verbale permettrait des réponses plus appropriées aux attentes et sollicitations des enfants et adolescents, mais aussi des adultes.

Il y a donc ici une voie complémentaire et nouvelle pour désamorcer l'agression ou l'agressivité des groupes sociaux.

C. D.D.

**EDITIONS DU CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

15, quai Anatole France 75700 Paris C.C.P. Paris 9061-11 Tél. : 555.26.70

FLORE DU SAHARA

(2^e édition)

POZIENDA

- dans cette seconde édition, extension de l'étude floristique à la partie méridionale du Sahara – description d'environ un millier d'espèces de plantes – autre perspective que la botanique celle des problèmes des terres arides.
- introduction à la botanique saharienne.
- flore analytique.
- compléments.
- bibliographie.



Ouvrage 16 × 25 cm, 664 pages, relié, 227 figures, 14 tableaux, 14 cartes
dont 1 hors texte, 16 planches photographiques

ISBN : 2-222-00292-3

Prix : 140 F

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés réservés pour tous pays.

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou des ayants-droits ou ayants-cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Masson, Editeur, Paris — Dépôt légal : 1978. — N° d'ordre : 5092. — 4^e trimestre 1978.
Imprimerie Louis-Jean, 05002 Gap (France). Dépôt légal n° 170-1979. — Imprimé en France.

OJD Diffusion — Numéro d'inscription à la Commission Paritaire : 50062.

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Seuls les membres de la Société à jour de leur cotisation peuvent publier dans le Bulletin. Dans tous les cas les articles proposés seront soumis à un comité de lecture composé par le Conseil de la Société d'Ecologie. Sauf dérogation spéciale les articles ne devront pas dépasser 20 pages imprimées. Les clichés photographiques sont à la charge des auteurs.

Les manuscrits, dactylographiés en double interligne au recto seulement de feuilles numérotées, seront présentés sous leur forme définitive, et rigoureusement soignés dans le fond comme dans la forme. Les noms propres devront être en capitales ou soulignés d'un double trait, les noms scientifiques latins soulignés d'un seul trait. Le titre du manuscrit devra être suivi du prénom et du nom du ou de chacun des auteurs, ainsi que de l'adresse du laboratoire dans lequel le travail a été effectué. Les auteurs éviteront, sauf nécessité impérieuse, les abréviations autres qu'usuelles; les notes infrapaginales, exceptionnelles et courtes, seront numérotées de 1 à *n* du début de l'article à la fin. Les références bibliographiques seront groupées à la fin du texte dans l'ordre alphabétique des noms d'auteurs; elles devront être conformes au modèle suivant :

De BACH (P.) et SUNDBY (R.A.), 1963. — Competitive displacement between ecological homologues. *Hilgardia*, 34, p. 105-166.

Le titre des périodiques sera abrégé d'après les règles internationales de nomenclature (*World list of scientific publications*, 4^e édition). Tout article de plus de 4 pages imprimées sera précédé d'un résumé en anglais ou en allemand. Ce résumé sera conforme au Code du bon usage en matière de publications scientifiques (UNESCO/NS/177).

Les dessins, exécutés à l'encre de Chine sur papier calque, bristol ou carte à gratter, ainsi que les photos, devront être groupés de façon à éviter le plus possible des frais de mise en page. La réduction souhaitée sera indiquée sur chaque figure. On évitera de fournir des données chiffrées à la fois sous forme de tableaux et de graphiques. Les manuscrits qui ne seront pas présentés suivant ces normes seront renvoyés à leurs auteurs.

Un jeu d'épreuves accompagnées des illustrations est envoyé aux auteurs qui devront retourner l'ensemble après correction et indication de l'emplacement souhaité pour les figures, au plus tard dans un délai de dix jours. La société offre gratuitement 25 tirés à part. Les auteurs qui en désirent davantage joindront un bon de commande en retournant leurs épreuves. Ils régleront la facture directement à l'imprimeur. Les analyses d'ouvrages, nouvelles et les rubriques « Activités de la Société » ne peuvent être fournies sous la forme de tirés à part.

Les membres de la Société peuvent publier dans le Bulletin des travaux originaux, et des mises au point sur des sujets se rapportant aux divers domaines de l'écologie générale et appliquée. Les manuscrits doivent être envoyés soit au Secrétaire du Bulletin, soit de préférence à un membre du Conseil de la spécialité choisie (cf. page de couverture la liste des membres du conseil et leurs spécialités) qui, après lecture, fera parvenir le manuscrit au Secrétaire du Bulletin. Les analyses d'ouvrages ou d'articles de revues suffisamment importants seront également les bienvenus. Dans ce dernier cas il est recommandé de prendre contact au préalable avec le Secrétaire du Bulletin pour éviter les doubles emplois.

TARIF ABONNEMENT 1979

FRANCE :		
Abonnement particulier, membre	150 F	
Abonnement Collectivité	250 F	
ÉTRANGER :		
Abonnement particulier	200 F	
Abonnement Collectivité	270 F	
Cotisation simple (sans abonnement au bulletin)	40 F	

Les pays suivants sont assimilés à la France : Belgique, Luxembourg, Suisse et Italie.

Le Conseil qui s'est réuni le 18 novembre, tient à faire remarquer que les réajustements proposés sont absolument indispensables dans les conditions économiques actuelles. Il n'en demeure pas moins que le *Bulletin d'Ecologie* reste certainement le périodique français d'écologie le meilleur marché.

IMPORTANT

Toutes les cotisations doivent, désormais, être payées directement et de façon impersonnelle à M. le Trésorier de la Société d'Ecologie, et adressées à :

Monsieur le Trésorier de la Société d'Ecologie
S/Couvert de M. le Secrétaire général
4, avenue du Petit Château
F 91800 BRUNOY

Ceci, afin de tenir à jour correctement le fichier. Le Secrétaire général enverra au trésorier les chèques et les rectifications à faire au fichier de façon à lui faciliter la tâche.

7

16 NOV. 1979